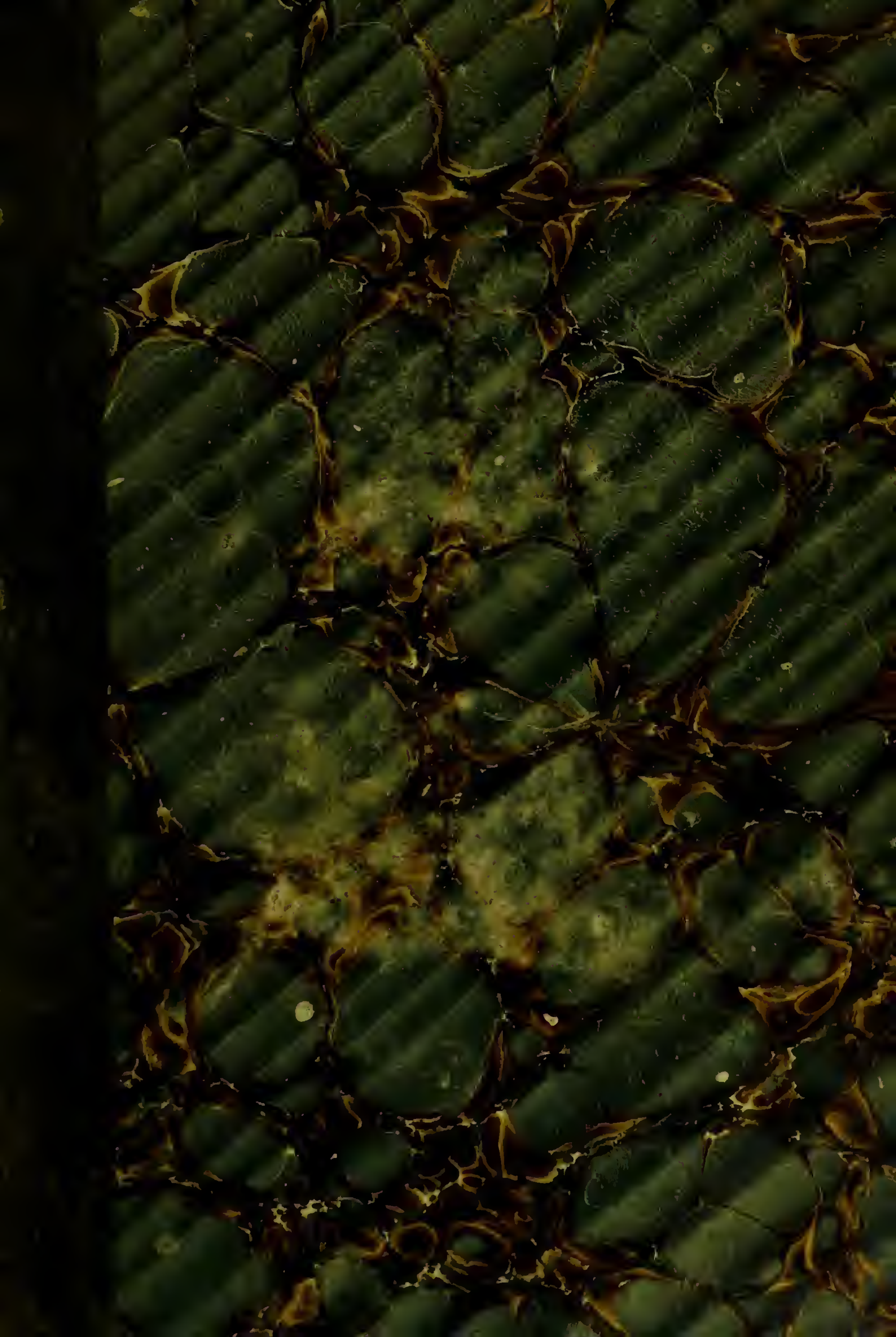
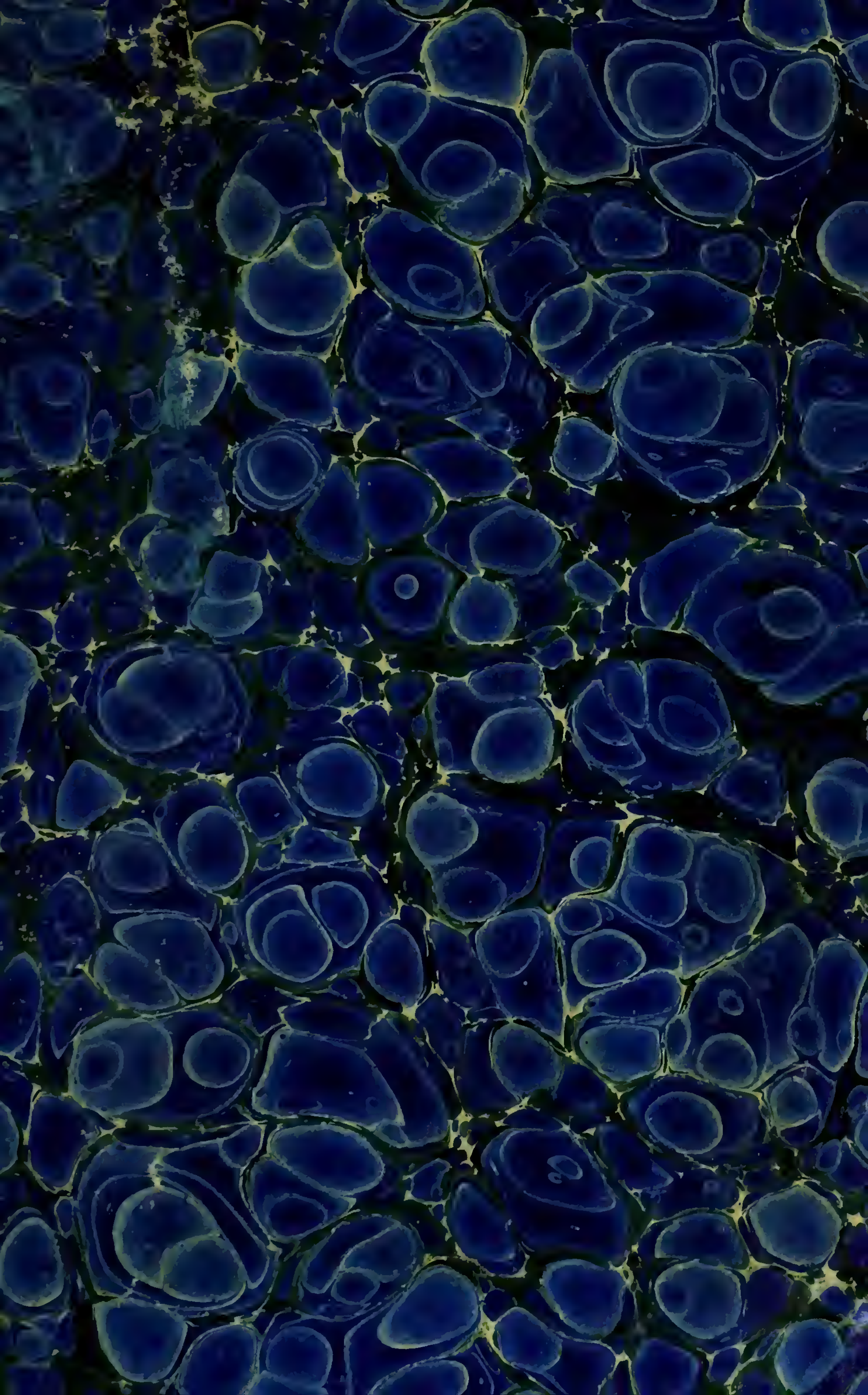



Mr. LE VICOMTE EMILE DE GUIZELIN.
Bibliothèque
Particulière.
N°



TRAITÉ COMPLET

D'ALCOOLISATION GÉNÉRALE

Paris — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2.

TRAITÉ COMPLET D'ALCOOLISATION GÉNÉRALE,

GUIDE DU FABRICANT D'ALCOOLS,

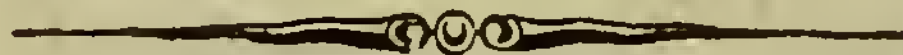
RENFERMANT

LA MARCHE A SUIVRE POUR OBTENIR L'ALCOOL DE TOUTES LES SUBSTANCES ALCOOLISABLES, LES MOYENS DE DÉBARRASSER L'ALCOOL DES ODEURS PROPRES ET DE CELLES D'EMPYREUME, AINSI QUE L'INDICATION DES RENDEMENTS, AU POINT DE VUE DE LA FABRICATION, PAR LES MÉTHODES LES PLUS ÉCONOMIQUES, ET TOUTES LES RÈGLES, FORMULES ET TABLES DE RÉDUCTION QUI PEUVENT ÊTRE UTILES AU DISTILLATEUR.

PAR

N. BASSET,

Auteur du *Traité pratique de la culture et de l'alcoolisation de la Betterave*, etc., etc.



PARIS

LIBRAIRIE CENTRALE D'AGRICULTURE ET DE JARDINAGE

QUAI DES GRANDS AUGUSTINS, 41.

— **Auguste GOIN, Éditeur.** —

1854

A

M. CLERGET.

TÉMOIGNAGE DE PROFONDE ESTIME POUR LES TRAVAUX DE SACCHARIMÉTRIE PAR LESQUELS IL A RENDU DE SI IMPORTANTS SERVICES A L'ALCOOLISATION.

Monsieur,

Parmi les nombreux travailleurs qui se sont occupés des branches si diverses conduisant à d'utiles applications dans l'art du distillateur, aucun n'a abordé, avec autant de vérité que vous l'avez fait, la question fondamentale de toute alcoolisation sérieuse. Le sucre incristallisable est la base de l'alcool,

le générateur de ce produit si nécessaire et dont le déficit se fait si vivement sentir. Par vos admirables recherches sur la *saccharimétrie optique*, vous avez anéanti les causes possibles d'erreur dans les appréciations des matières premières. Aujourd'hui, grâce à vous, Monsieur, grâce à la bonne foi et à la constance qui ont présidé à toutes vos opérations et à tous vos calculs, on peut dire qu'il est impossible de se tromper sur la valeur d'une solution sucrée et sur son rendement théorique en alcool.

Malgré le sentiment de véritable modestie qui vous a porté à rester abrité à l'ombre du bien que vous avez fait, permettez-moi de vous dédier ce travail, dont le principe capital est précisément celui que vous avez mis en lumière; et si cet ouvrage parvient à produire quelques bons résultats, laissez-moi vous faire hommage de la vaste part que vous devez y prétendre.

Agréez, Monsieur, l'expression de profonde estime et d'entier dévouement avec lesquels j'ai l'honneur d'être

Votre obéissant serviteur,

BASSET.

Paris, 15 octobre 1854.

INTRODUCTION.

Lorsque nous nous sommes décidé à publier, l'an dernier, notre *Traité de la culture et de l'alcoolisation de la betterave*, la production vinicole était placée sous l'empire de circonstances particulières qui nous ont forcé nous-même à suivre le torrent et à sacrifier à l'actualité. Notre intention avait été, depuis cinq ou six ans, de donner plus tard au public un grand ouvrage sur la fabrication des alcools en général, sur leur essence chimique et leur nature physique; en un mot, de faire un livre à la fois scientifique et pratique dans un but sérieux d'utilité.

On connaît assez nos tendances pour savoir que nous n'écrivons pas pour le vain titre d'auteur, mais par la ferme conviction que tout honnête homme doit apporter sa pierre à l'édifice national, son contingent au progrès universel.

On s'était engoué de la betterave, qui le méritait d'ailleurs; mais, malgré tout le bien à en dire, nous n'avons pas cessé un instant de conserver notre première opinion; la voici : la betterave est une plante fourragère par excellence, que le blocus continental et les recherches des savants français ont trans-

formée en plante industrielle au commencement de ce siècle. Mais quoi que puissent dire tous les gens plus ou moins sérieux qui se sont occupés de cette racine au point de vue de la production de l'alcool, il n'en est pas moins vrai que le principal rôle et le plus important de la betterave est de servir de matière première pour la fabrication du sucre. A notre sens, l'alcool ne peut être que du sucre transformé, et comme nous le démontrerons plus loin, dans le cours de cet ouvrage, toute matière sucrée et toute substance pouvant se changer en sucre, est apte à fournir de l'alcool.

Ce principe que nous avons proclamé l'an dernier, après beaucoup d'autres chercheurs, nous paraît être le plus capital de ceux qui régissent l'alcoolisation.

Que n'a-t-on pas dit, que n'a-t-on pas écrit, que n'a-t-on pas fait, pour se parer du nom peu mérité d'inventeur, d'homme à découvertes, lorsqu'on ne faisait tout au plus que réduire en pratique les conséquences d'un fait scientifique depuis longtemps connu, avéré, prouvé par une multitude d'expériences. Il y a quelques années, on n'avait nul besoin en France de recourir à des matières premières de nature diverse pour fabriquer les alcools, dont la consommation était d'ailleurs plus restreinte.

La vigne suffisait largement, et l'on ne faisait guère

que des *eaux-de-vie de vin* et de *marc*. Tout au plus si, dans quelques cantons, on songeait à alcooliser la pomme de terre ou le seigle, et les eaux-de-vie de cidre, à raison de leur goût détestable et leur saveur désagréable, n'ont jamais pu franchir les limites des provinces où on les consomme sur place, au lieu même de leur production.

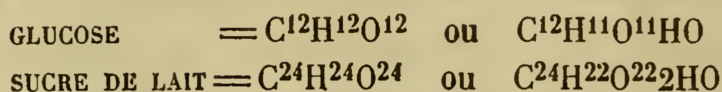
Et pourtant, on peut dire que l'eau-de-vie de France est connue dans tous les pays du monde, que seule elle possède une juste réputation, et que les boissons spiritueuses des autres peuples ne peuvent élever aucune espèce de concurrence.

C'est à la qualité de ses vins que la France doit cet avantage, et les eaux-de-vie de grains, de fruits, de pomme de terre et d'autres racines, celles de cidre ou de fruits à pépin, de miel ou de mélasse, n'ont jamais pu prétendre à aucune rivalité.

Peut-être la séve sucrée de l'érable ou du palmier donnerait-elle un produit alcoolique dont la nature se rapprocherait beaucoup de l'eau-de-vie de vin; le fait, quoique très possible, ne nous paraît cependant encore démontré par aucune expérience positive, et il va sans dire que nous sommes loin de mettre en ligne de compte l'odieuse boisson des barbares de l'Asie, fabriquée avec le lait de jument fermenté.

Quelqu'un nous demandait, à propos de cette eau-de-vie de lait, si le fait était susceptible d'une expli-

cation chimique sérieuse et plausible. Sans doute, et voici comment nous le comprenons : quoique le sucre de lait passe facilement à la fermentation *lactique*,... *butyrique*,... *mucique*,... il est facile, à l'aide d'un mode particulier de fermentation, de précipiter les parties mucilagineuses et butyreuses du lait aigri, et de n'avoir plus à agir que sur un liquide aqueux tenant en dissolution du sucre, dont la formule est la même que celle du *glucose :*



GLUCOSE $= C^{12}H^{12}O^{12}$ ou $C^{12}H^{11}O^{11}HO$

SUCRE DE LAIT $= C^{24}H^{24}O^{24}$ ou $C^{24}H^{22}O^{22}2HO$

Sans nous étendre davantage sur cet ordre d'idées, disons tout de suite que l'on n'aurait pas songé de longtemps à faire en France de l'alcool de betterave ou de grains, etc., sans le fléau qui ravage nos vignes depuis 1845. Rapporterons-nous ici les opinions diverses que l'on s'est faites ou que l'on a cru se faire sur la nature de la maladie de la vigne? Ferons-nous l'analyse de toutes les absurdités plus ou moins intéressées qui sont venues, la tête haute, se poser à côté de quelques opinions rationnelles? Parlerons-nous à nos lecteurs du *choléra* de la vigne, du *scorbut*, etc., de cette précieuse plante? Non, certes; mais sans rechercher si l'*oïdium* de MM. Tucker et Montagne est la cause ou l'effet de la maladie, sans prendre le change pour poursuivre un objet qui n'est

pas le nôtre, nous dirons seulement que c'est à la maladie de la vigne d'une part, à l'augmentation de la consommation de l'alcool par les arts et l'industrie de l'autre, que nous devons attribuer l'énorme déficit que l'on a pu constater depuis deux ans.

Ce déficit est loin de prendre une marche décroissante, tant s'en faut, et si la navigation à vapeur, l'aérostatique, les arts chimiques, etc., continuent à employer l'alcool et ses dérivés dans une proportion aussi importante, ce qui est probable, les matières organiques, si nombreuses qu'on les suppose, ne pourront fournir aux besoins, et le problème de l'alcool artificiel ou de toutes pièces deviendra la question à l'ordre du jour.

Les motifs qui nous dirigent dans la publication de ce travail sont donc du plus haut intérêt, et nous avons pensé que nous ne devions rien négliger pour lui donner toute l'importance que comporte le sujet.

Aussi avons-nous divisé notre ouvrage en deux parties : la première, toute scientifique, comprend toutes les notions de *physiologie végétale*, de *physique* et de *chimie* qui se rattachent à la production de l'alcool. Ces questions présentées sous un nouveau jour, pour la plupart, sont de la plus haute portée pour le fabricant et l'homme de science : la découverte de la *pectosine*, l'explication du phénomène vital de la *réduction* de l'acide carbonique et de sa fixation, con-

trairement à quelques vieilles erreurs encore suivies; la marche régulière de ce qu'on a appelé respiration de la plante ; la formule réelle des alcools et leur production naturelle en tant que *carbures d'hydrogène hydratés;* tels sont les principaux objets qui nous appartiennent par la nouveauté des aperçus et la vérité rationnelle imprimée à tous ces sujets, restés jusqu'à présent dans une sorte d'obscurité systématique.

La seconde partie est éminemment pratique et renferme toutes les formules et les méthodes d'alcoolisation de toutes les matières sucrées ou susceptibles de le devenir.

Nous ne nous étendrons pas davantage à l'égard du plan que nous avons suivi, car les longues introductions ne sont jamais lues avec fruit, et nous voulons avant tout que notre travail ne contienne pas de hors-d'œuvre ni d'inutilités.

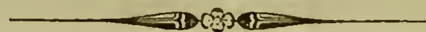
Notre plus ardent désir est de donner au fabricant d'alcools un guide sûr et impartial qui le dirige dans ses opérations et le garde des erreurs théoriques tout en améliorant ses procédés dans les limites du possible.

BASSET.

Septembre 1854.

TRAITÉ COMPLET

D'ALCOOLISATION GÉNÉRALE



NOTICE HISTORIQUE.

L'histoire de l'alcool, quoique bien définie par rapport aux temps modernes, est cependant, quant à son origine, enveloppée dans une obscurité presque impénétrable. En effet, on ne sait point aujourd'hui quel est l'inventeur des premiers appareils distillatoires, au moins dans le sens que nous donnons à ce mot.

L'art si important et si utile de la distillation, qui comprend non-seulement la production de l'alcool, mais encore une quantité immense d'autres produits, et repose sur la séparation à l'aide de la chaleur des vapeurs de diverses natures, n'offre à l'historien fidèle que des incertitudes.

Dans les temps les plus reculés de la Grèce, la distillation était tellement informe et grossière, qu'elle consistait simplement à recevoir les vapeurs dans des éponges placées au-dessus des vases évaporatoires; on les tordait ensuite pour en recueillir le produit. Le silence des écrivains romains, l'absence de documents en ce qui concerne les peuples d'origine celtique, etc., nous permettent d'affirmer que la distillation leur était complétement inconnue. Ce n'est guère que vers

les beaux temps de la domination arabe, à l'époque où l'*astrologie*, la *médecine* et l'*alchimie* se donnèrent la main, que l'on voit les premiers rudiments de l'art du distillateur; mais encore, dans les premiers temps, faisait-on usage de linges mouillés et d'éponges, à la façon des anciens.

Les mots *al-cohol* et *al-hambic* justifient assez notre opinion par leur origine arabe. Il paraîtrait assez d'ailleurs, que chez ces peuples au génie puissant, à l'imagination ardente et féconde, tant dégénérés aujourd'hui, l'art nouveau fit de rapides progrès; car le médecin Avicenne, qui florissait avant le xe siècle de notre ère, mentionne déjà dans ses écrits la plupart des intruments de distillation qui font la base de ce que nous appelons maintenant le système ancien, et il parle de cucurbite, de chapiteau, etc.

Quoi qu'il en soit, la distillation est un bienfait de l'alchimie du moyen âge, et ces hommes que l'on brûlait sur les places publiques ont rendu en cela à l'humanité le service le plus signalé.

Au XIII[e] siècle, Raymond Lulle nous parle de distillation et même de rectification; car, après avoir indiqué l'eau-de-vie et l'alcool, il veut que celui-ci soit rectifié jusqu'à ce qu'il brûle complétement, sans laisser de résidu, ce qui est bien un des caractères de l'*alcool absolu*. Ailleurs, il donne un procédé pour extraire l'alcool par décomposition chimique à l'aide de l'*alcali fixe*, auquel plus tard (cinquante-huit ans après) un autre alchimiste, Basile Valentin, substitua la chaux vive pour obtenir le même résultat.

Vers 1410, un Italien, Savonarole, publia un traité de la fabrication de l'eau-de-vie; puis vint J. Rubée, qui, le premier, fait mention du serpentin et du réfrigérant. Cependant on peut dire que c'est Porta, autre chimiste italien, né à Naples, et qui écrivait vers 1690, qui indiqua le premier avec une précision incontestable les appareils et méthodes de distillation les plus complets, auxquels il n'a été fait jusqu'à présent que d'insignifiantes modifications : son appareil a servi de base à ceux à plateaux, etc.

Arnaud, Glaubert, Lefebvre, Boërhaave, Argand, Poissonnier et quelques autres, inventèrent, chacun dans leur temps, des appareils et méthodes, que des *chasseurs de brevets* plus modernes, oiseaux de proie intéressés, surent accaparer au profit de leur rapacité, à l'aide de modifications qui méritent à peine ce nom. Parmi les systèmes qui se rapprochent de nous, nous citerons ceux d'Edouard Adam (1800), d'Isaac Bérard (1805), dont les appareils sont encore aujourd'hui employés sous des noms différents, à l'aide de légers changements.

Cellier Blumenthal construisit le premier appareil *à distillation continue*, qui devint la propriété de M. Derosne, et que nous décrirons en détail dans notre paragraphe sur les instruments et appareils distillatoires.

Un autre appareil, qui mérite une description spéciale, est celui de M. Laugier, sur lequel nous reviendrons.

Nous aurions pu nous étendre plus longuement dans

cette notice historique, mais comme c'eût été un détail entièrement inutile, nous avons pensé qu'il convenait de se borner à ce que nous venons de dire, renvoyant à la fin de cet ouvrage la liste des brevets plus ou moins fondés qui ont été pris sur cet objet, et nous terminons ce court aperçu par l'exposé des idées fondamentales, qui doivent servir de base à un bon appareil de distillation.

Dans les premiers temps, l'appareil distillatoire se composait essentiellement d'une *cucurbite* ou bouilleur, d'un *chapiteau* conducteur et d'un *serpentin* condensateur.

Toutes ces parties se retrouvent dans tous les appareils modernes, avec des changements de disposition ou de forme destinés à parer aux inconvénients que nous allons signaler :

1° L'appareil ancien exigeant des *chauffes* répétées pour chaque nouvelle quantité de liquide, il donnait lieu à une grande perte de combustible et de temps.

2° Si le serpentin n'était pas suffisamment et constamment refroidi, les vapeurs alcooliques n'éprouvaient pas une condensation complète et se dégageaient à l'*état aériforme*; de là, perte dans la quantité du produit.

3° On n'obtenait que de l'eau-de-vie très faible, à laquelle il fallait faire subir de nombreuses rectifications pour l'amener à un degré convenable de force alcoolique.

C'est qu'en effet l'économie et la commodité des transports, les intérêts du commerce, ne peuvent guère

s'accommoder d'un liquide alcoolique qui contient une trop forte quantité d'eau, à moins toutefois qu'à l'aide d'une préparation spéciale, ce liquide ne soit passé à l'état de liqueur, comme l'eau-de-vie de cognac, et n'ait acquis par là une valeur intrinsèque particulière.

Les trois inconvénients que nous venons de signaler conduisirent les premiers alcoolisateurs à en chercher le remède; l'idée du *chauffe-vin* et de la *distillation continue*, les formes nouvelles destinées à éviter toute perte alcoolique et à donner du premier coup un produit d'une force suffisante, ont pris leur source dans les causes que nous venons d'énumérer.

Toutes les prétendues inventions qui inondent la liste des brevets ne sont à cet égard que des reproductions plus ou moins habiles, des raccommodages, en un mot, de ce qui avait déjà été fait antérieurement.

Les anciens n'avaient pas l'idée de la saccharification ni des principes sur lesquels repose la distillation moderne; ce n'est que depuis les progrès de la chimie organique, et seulement à la suite de l'étude approfondie des principes immédiats des plantes, que l'on a pu reconnaître et formuler les bases de la production de l'alcool; encore ne peut-on pas affirmer que nous soyons arrivés au terme, et personne ne peut savoir si, dans quelques années, l'alcool ne pourra pas s'extraire de corps auxquels on n'a pas encore songé.

Quoi qu'il en soit, la transformation en *sucre* des *matières cellulosiques hydro-carbonées*, la fermenta-

tion de ce sucre et son dédoublement en alcool et acide carbonique sont des idées neuves dont nos prédécesseurs ne soupçonnaient pas l'existence.

Les travaux de quelques chimistes encore vivants ont singulièrement élucidé cette question, et aujourd'hui la production de l'alcool n'est plus liée à la vinification ; on peut proclamer haut cette vérité, que l'industrie *peut et doit* se passer du vin pour la fabrication des alcools.

Quelque absolue que puisse paraître cette assertion, on la trouvera exacte pour peu que l'on veuille réfléchir aux circonstances qui nous entourent.

Encore une fois, la plus belle conquête que puisse enregistrer l'histoire de l'alcoolisation est la découverte de ce principe fondamental :

Toute matière sucrée ou susceptible de se changer en sucre peut subir la fermentation alcoolique.

C'est par là que nous clorons ce paragraphe, qui n'est en quelque sorte que la fin de notre introduction.

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

Définition de l'alcool. — Des corps végétaux alcoolisables. — Des principes immédiats végétaux. — Théorie de l'alcoolisation.

L'alcool est un liquide incolore, plus fluide que l'eau, d'une saveur chaude et brûlante, et d'une odeur agréable.

Considéré par les uns, et avec raison, selon nous, comme un *hydrogène bicarboné*, il devrait avoir dans ce cas la formule $C^4H^4 2HO$, et non celle $C^4H^6O^2$. En tout état de choses, nous croyons qu'il serait d'une haute utilité pour tous de bien connaître la nature des phénomènes de la vie végétale qui conduisent aux modifications les plus fréquentes, et donnent naissance aux principes alcoolisables. Nous consacrons donc quelques pages à cette étude importante, persuadé que cette question élucidée, l'alcoolisation ne présentera plus aucune difficulté sérieuse, même aux personnes qui y sont le plus étrangères.

Des matières végétales. — De leur nature. — Une limite bien tranchée sépare les substances du règne

minéral de celles du règne végétal, au point de vue chimique aussi bien qu'au point de vue physique.

En effet, dans les premières, la simplicité de la combinaison, qui est ordinairement *binaire*, la nature cristalline, pour la plupart du temps, des molécules composantes, le défaut ou l'absence de ce qu'on a bien voulu appeler *vitalité*, et quelques autres raisons qu'il est inutile de rappeler ici, viennent établir une ligne de démarcation nette et irrécusable. Dans les corps minéraux, qu'on appelle encore *inorganiques* ou ***bruts***, on observe presque toujours parmi leurs éléments la combinaison de l'un d'eux avec l'*oxygène*, ou de *deux* de ces corps entre eux, de *trois* tout au plus, et le nombre des éléments n'augmente que suivant l'*oxydation* plus ou moins prononcée.

Du reste, pas de phénomènes vitaux, *au moins en apparence*, car ceux que l'on pourrait remarquer rentrent, à ne pouvoir s'y méprendre, dans le domaine de l'électricité, dont nos savants, à tort ou à raison, ont prétendu distraire les faits de l'ordre vivant.

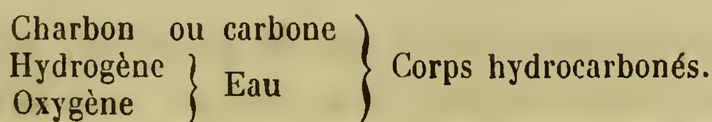
Peu nous importe ! ce n'est pas là la question pour nous quant à présent; plus tard, nous aurons à démontrer que, dans tous les corps, quels qu'ils soient, la force électrique seule, *qui est la force unique de la nature*, joue le rôle de force organisatrice ou vitale.

Le règne végétal procède d'une manière bien différente, et l'existence de la *vie*, dans le sens qu'on donne à ce mot, n'a fait qu'envelopper de mystères et de doutes les faits même les plus importants de la chimie des plantes. Pour l'homme de recherches, sa-

chant s'élever par la philosophie au-dessus des préjugés reçus, le végétal offre le sujet le plus magnifique à ses investigations.

Si nous considérons une plante comme un seul tout, comme une *unité*, nous la trouverons formée d'un nombre considérable d'éléments, les uns minéraux *accidentels*, les autres végétaux *essentiels*, ne se trouvant jamais que dans les plantes, tous entraînés, englobés dans le tourbillon du mouvement vital.

Séparant alors par la pensée ceux de ces éléments qui appartiennent au règne *inorganique*, nous nous trouvons en présence d'une foule de *principes immédiats* pour lesquels la chimie nous donne une formule générale unique, la voici :



Quelquefois cette formule se modifie dans le mouvement fonctionnel de la végétation; l'eau n'existe plus dans sa composition élémentaire ; ou bien encore l'oxygène a disparu et il ne reste plus que de l'*hydrogène carboné* ou du charbon combiné à l'hydrogène, comme dans les essences volatiles, par exemple, et tous les corps dits *hydrogénés*.

L'assimilation des matières étrangères, puisées dans les milieux où vit la plante, le sol et l'atmosphère, vient apporter une modification profonde à cette formule normale en y faisant jouer un rôle à l'*azote*. Sans entrer, et nous en serions vraiment désolé, dans

les débats où dernièrement encore on a vu tant de gens s'égarer, sans nous préoccuper de savoir si la plante trouve l'azote dans le sol ou dans l'air, nous admettons pour un instant et en terme moyen cette double origine, et nous nous contentons d'établir les propositions suivantes :

1° Le corps le plus répandu dans la nature végétale, celui qui fait la base de la trame organique, en un mot le corps par excellence, est le **CHARBON OU CARBONE.**

2° La première combinaison, la plus simple, examinée par rapport à ses éléments, est celle du *charbon* avec l'*hydrogène;* elle donne lieu à des produits divers, qui tous sont de l'*hydrogène carboné* ou des *carbures d'hydrogène ;* on les nomme **CORPS HYDROGÉNÉS.**

Cette combinaison n'est pas la première, tant s'en faut, quant à son origine; nous verrons plus loin comment et à quelle époque elle se forme; mais disons tout de suite qu'elle a lieu le plus souvent par dédoublement.

3° La combinaison suivante est celle des CORPS HYDROCARBONÉS; de toutes la plus fréquente, elle existe partout, dans toute la plante : le *ligneux*, la *moelle*, la *feuille*, la *fécule*, l'*inuline*, la *gomme*, les *sucres*, la plupart des *sucs*, etc., etc., appartiennent à cette classe importante. Son caractère distinctif est de présenter à l'analyse les éléments suivants : 1° *charbon*, 2° *hydrogène* , 3° *oxygène; ces deux derniers dans les proportions de l'eau!*

TOUS LES CORPS HYDROCARBONÉS SONT ALCOOLISABLES.

4° Viennent enfin les CORPS AZOTÉS, *matières albuminoïdes*, ou principes immédiats contenant de l'azote.

Tout le végétal est là, si l'on fait abstraction des parties minérales qu'on y rencontre et qui sont absorbées avec le courant de la séve, soit à l'état de dissolution, soit réduites en particules infiniment petites, comme *on dit* que la *silice* est absorbée.

Voyons maintenant comment se forment dans la plante ces divers principes, et cherchons à établir de la manière la plus précise la question d'origine qui jettera sur cette matière le jour le plus complet et nous permettra d'aborder franchement toutes les questions d'alcoolisation.

Prenons la graine elle-même qui renferme la jeune plante à l'état embryonnaire, et faisons l'expérience suivante qui nous permettra de la suivre dans tous les détails de ses premières transformations : Voilà une éponge fine placée sur un vase contenant de l'eau et exposée à l'air libre à une température de 10 à 15 degrés; nous y déposons quelques graines dont nous connaissons, au préalable, l'analyse. Cette analyse donne :

Eau..............	50
Fécule............	30
Matières diverses....	20

Nos graines germent; mais avant la germination, si nous en prenons un certain nombre et que nous les soumettions à l'analyse directe, nous pourrons déjà constater, dès le second jour, un changement

radical dans les proportions de ces principes immédiats. Sous l'influence de l'humidité et d'une certaine chaleur, les parties albuminoïdes ou azotées qui avoisinent l'écorce (au point surtout qui correspond à ce qu'on nomme vulgairement le germe, qui n'est rien autre que la jeune racine ou la radicule), se sont métamorphosées du tout au tout, et sont devenues un ferment énergique (*la diastase*).

Ce ferment détermine dans la graine les premiers rudiments de mouvement vital, les premières apparences de transformation ou de changement chimique. Les cellules féculentes les plus voisines du point diastatique se rompent quelquefois, mais quand même elles resteraient entières, il se produit un singulier effet d'*imbibition* ou plutôt d'*endosmose*. La membrane extérieure de chaque cellule se conduit sous ce rapport exactement comme les cellules pulmonaires, et l'action diastatique se fait quand même il n'y aurait aucune solution de continuité dans la surface des parois.

Les grains féculents se dissolvent comme au contact d'un acide énergique et, après quelques heures seulement, ce n'est plus de l'*empois*, mais bien du sucre de fécule ou *glucose*.

Voilà la jeune plante, cet embryon si chétif, pourvue de la première nourriture qui lui est indispensable; cette matière sucrée est pour elle un véritable lait maternel destiné à parer à ses premiers besoins. Mais il y a plus : ce sucre est un agent chimique puissant qui seul produit la *réduction* (et nous le ver-

rons tout à l'heure) *de l'acide carbonique*, lequel est le premier, pour ne pas dire l'unique aliment essentiel du végétal. Au milieu de ces merveilles, n'oublions cependant pas le rôle positif de la chimie, et examinons quelle est la modification qui a pu s'opérer à la suite de ce premier acte vital.

Nous avions : *eau*, fécule, etc., etc. Sans nous occuper de la transformation des matières albuminoïdes en *diastase*, lequel n'est qu'un changement moléculaire, sans qu'il soit survenu aucune soustraction ni aucun dédoublement, si nous considérons la fécule en elle-même, nous trouvons qu'elle représente :

Carbone ou charbon	12	équivalents	900	»
Eau *combinée*......	9	—	1012	50
Eau *mélangée*......	1	—	112	50
			2025	»

et que son poids *atomique* est représenté par le nombre 2025,00. Sous l'influence de la *diastase*, en présence de l'humidité et de la chaleur, cette formule se modifie et devient :

Carbone ou charbon	12	équivalents	900	»
Eau *combinée*......	11	—	1237	50
Eau mélangée......	1	—	112	50
			2250	»

et le *glucose* produit a pour poids proportionnel 2250, nombre qui ne diffère de 2025, représentant la fécule, que de 225, chiffre correspondant aux deux équivalents d'eau fixés par l'action *diastatique*. Il

résulte de cela que l'*eau* est le premier principe assimilé ; que seule, sous l'influence de la *chaleur* et d'un *ferment*, elle suffit pour changer la nature de la fécule, sans cependant la modifier assez profondément dans son essence chimique pour qu'on ait à la placer dans une famille voisine.

Nous voici, dès à présent, en face d'une objection assez spécieuse que l'on peut nous adresser en nous faisant la question suivante :

Comment donc se fait-il que l'augmentation de deux proportions d'*eau* combinée chimiquement à la fécule modifie cette substance exactement comme le ferait un acide affaibli ? N'y a-t-il pas en cela une véritable anomalie qui ne permet pas de prendre au sérieux votre explication ?

Voilà ce qu'on pourrait nous dire ; mais cette objection, nous l'avons dit, n'est que spécieuse, et elle s'évanouit devant l'examen attentif des faits. Il suffit de se rendre un compte exact et précis de la façon dont les *acides* agissent sur la fécule, pour ne conserver aucun doute à cet égard et voir que l'*eau*, en présence d'un ferment, se *combine* au carbone de cette fécule d'une manière *directe*. C'est le contraire quand les acides interviennent.

Un très grand nombre d'expériences faites depuis plus de quatre années nous autorisent assez à exposer toute notre pensée sur l'action des acides, et nous ne croyons pas trop nous avancer en affirmant que ces corps ne peuvent opérer la transformation des fécules qu'en *brûlant*, en détruisant une partie de leur *car-*

bone, ce qui augmente la proportion relative de l'eau de combinaison sans rien déranger à l'existence de l'eau mélangée.

Ainsi la fécule étant $C^{12}H^{9}O^{9}HO$, en admettant que l'action des acides détruise une partie du carbone C^{12}, la proportion de l'eau sera augmentée par là même, et il se fera un produit nouveau différent du premier par ses propriétés aussi bien que par sa composition chimique.

Pour quiconque a étudié la manière énergique dont les acides concentrés détruisent une notable partie du charbon partout où ils le rencontrent, cette explication de la façon d'agir des acides affaiblis, sous l'influence de la chaleur, sera d'une évidence rigoureuse et presque mathématique. Nous ne citerons à l'appui de notre manière de voir qu'un seul fait qui démontrera jusqu'à quel point un écrivain est parfois embarrassé, quand il veut être complétement vrai et se rendre utile à autrui sans nuire à ses propres intérêts.

L'an dernier, dans notre *Traité de la culture et de l'alcoolisation de la betterave*, nous avions consacré un chapitre spécial à l'alcoolisation générale où nous émettions les principes fondamentaux de l'alcoolisation, et où nous consignions les résultats de nos expériences sous une forme que nous croyons devoir reproduire textuellement.

« Voilà de l'*eau* et du *charbon* passé à l'état d'acide carbonique ; ces éléments se groupent en diverses proportions, se combinent de manière à ne plus présenter que telles ou telles formes, que telles ou telles

quantités d'*eau* et de *charbon* ou *carbone*, et avec eux il se forme dans la plante une foule de corps ou principes immédiats dont nous citerons les principaux :

« CELLULOSE, OU TISSU VÉGÉTAL PROPREMENT DIT,

» MATIÈRE *amylacée, fécule ou amidon*,

» INULINE, fécule particulière de l'*aunée*,

» LICHÉNINE, ou gelée des lichens,

» GOMMES arabique et de pays,

» SUCRE de canne et de betterave cristallisable,

» SUCRE non cristallisable des fruits acides,

» SUCRE de raisin.

» Les *huit* principes immédiats que nous venons de nommer ont une composition frappante d'analogie, car ils ne diffèrent que par la proportion d'*eau* qui s'y trouve combinée : la *cellulose*, la *fécule*, l'*inuline*, la *lichénine* et les *gommes* sont identiques sous le rapport de leurs éléments proportionnels qui sont : *douze proportions de carbone et dix proportions d'eau.*

» Rien n'égale la facilité avec laquelle, dans la vie végétale, les éléments perdent ou acquièrent de l'eau. Ainsi, admettons *une seule proportion d'eau* venant se combiner à l'un des *cinq corps* qui viennent d'être désignés, et nous aurons un corps nouveau, *le sucre de canne cristallisable; une autre proportion de plus* nous donnera *le sucre des fruits acides incristallisable ;* enfin, *deux nouvelles proportions d'eau*, et nous avons *le sucre de raisin.* De l'eau et du charbon, quoi de plus simple et de plus fécond en résultats !...

» LES HUIT CORPS CITÉS PLUS HAUT PEUVENT PRODUIRE DE L'ALCOOL....

» Si l'on met les fécules en contact avec l'orge germée (contenant un principe transformateur appelé *diastase*) dans de l'eau chauffée entre 65° et 75° pendant un certain temps, toute la *matière employée* est changée en *glucose* ou *sucre fermentescible*.

» Le résultat est le même si l'on fait *bouillir* la fécule, ETC., dans de l'eau contenant 2 à 3 pour 0/0 d'acide sulfurique que l'on détruit ensuite à l'aide de la craie en poudre ou d'un lait de chaux. »

Cette indication, au sujet de la cellulose, était basée sur une expérimentation sérieuse des résultats produits par tous ces corps et notamment par le *tissu végétal* ou *cellulose* amené par la râpation à l'état de sciure. Bientôt quelques industriels, profitant de notre idée, établirent une fabrique d'alcool dont la matière première est la sciure de bois, et, à l'*aide d'un brevet*, ils se firent, à grands frais, les propriétaires d'un magnifique établissement dans une des villes les plus commerçantes de France.

Quoi qu'il en soit, si l'on prend de la sciure de bois bien sèche, l'analyse y démontrera 80 pour 100 de *cellulose*, et cette matière, traitée par les acides concentrés ou affaiblis, se transforme en *glucose* par la fixation proportionnelle de deux équivalents d'eau, exactement comme la fécule avec laquelle elle est chimiquement identique.

Revenons cependant à notre jeune plante, dont la *plumule* ou *tigelle* et la *radicule* trouvent dans le glucose produit une nourriture première suffisante pour leur donner un développement nécessaire jus-

qu'au moment où elles puiseront dans le sol et l'atmosphère des aliments convenables. Encore ne peut-on pas dire qu'il y ait une véritable nutrition par le glucose, et que l'absorption de l'*acide carbonique*, seul véritable aliment de la trame organique, n'ait pas déjà commencé aussitôt que la graine s'est emparée, *par imbibition* ou autrement, de l'eau environnante. En tout cas, jusqu'à la seconde période, laquelle est bien déterminée par le développement des nouvelles racines fibreuses, la *diastase* étend son action de proche en proche ; toute la fécule de la graine est transformée, et peu à peu tout le sucre produit, ainsi qu'une portion de la matière albuminoïde elle-même, a passé dans le nouvel être par une espèce de *faisceau vasculaire ombilical* qui réunit l'être ancien à une plus jeune existence. Bientôt cette pauvre graine usée, flétrie, a perdu la plupart de ses principes, et c'est à peine si l'analyse y démontre quelques sels, des traces d'azote et un peu de la matière celluleuse de l'écorce, échappée à l'action diastatique.

Il ne s'agit plus pour nous que de suivre la nouvelle plante dans les différentes phases de sa constitution chimique ; mais, avant cela, jetons un coup d'œil sur son développement physiologique.

La voilà privée des soins maternels ; elle demande au sol les sucs nutritifs dont elle a besoin ; elle emprunte à l'atmosphère quelques-uns de ses éléments. Quels sont-ils? de quelle manière sont-ils fixés? Telle est une des questions les plus sérieuses de notre cadre,

Notre plante a absorbé du *glucose* et l'*acide carbonique* de l'eau de germination... Il ne faut pas croire que le *sucre* soit éliminé ou décomposé entièrement par les actes fonctionnels de la vie; ce serait une erreur si on voulait le prétendre d'une manière absolue, quoique certains bons esprits aient cru devoir l'affirmer. Pour nous, voici ce que nous déduisons d'une observation attentive des faits :

Dans le premier âge, le végétal est exclusivement formé de glucose et d'une matière particulière présentant quelque analogie avec le *Cambium* des botanistes, à laquelle nous avons donné le nom de *pectosine*, et que nous considérons comme de la *cellulose à l'état rudimentaire* et n'ayant pas encore atteint la maturité organique. Cette substance représente les mêmes éléments chimiques et dans les mêmes proportions que la fécule et la cellulose proprement dite ; elle est très analogue au *mucilage végétal*, et il est certaines plantes dans lesquelles cette phase de l'organisation est à peine dépassée, sinon pour les parties corticales.

Comment se peut-il faire que cette substance ait perdu *deux équivalents* d'eau, puisqu'*il semble* qu'elle n'ait pu se former qu'aux dépens du glucose?

Pour répondre à cette question, il faut concevoir que la première matière absorbée par la jeune plante, même au moment de la germination, est l'eau tenant en dissolution une certaine quantité d'oxygène et d'*acide carbonique;* ce dernier corps se fixe dans la plante, où il est *réduit* par le glucose qui s'y trouve, et il donne ainsi lieu à la formation de la cellulose ru-

dimentaire dont nous venons de parler. Aussitôt que la jeune tigelle paraît à la surface du sol, elle s'empare avec avidité, par ses organes d'absorption et de respiration, d'une très grande quantité d'acide carbonique en même temps qu'elle en puise encore dans le sol par ses racines. Ce n'est que par l'augmentation relative du carbone, par sa fixation sous l'influence du sucre réducteur, que la cellulose normale se forme dans l'action vitale. Mais cette cellulose elle-même n'est encore que du *carbone hydraté* ($C^{12}+10HO$); et ce n'est que par une fixation plus complète, par une réduction plus absolue de l'acide carbonique, qu'elle parcourra les métamorphoses qui la feront passer à l'état de fécule, d'inuline, de lichénine ou de gomme dans le progrès de la végétation.

Nous exprimons donc notre pensée d'une manière complète en disant :

1° La graine contient en elle-même la *fécule transformable* et l'*agent transformateur* qui doit la changer en glucose sous l'influence de la chaleur et de l'humidité.

2° La jeune plante n'emprunte à la graine, sa mère, que le sucre dont le véritable rôle est celui d'un *agent réducteur*.

3° Les particules de *ferment*, qui passent dans la nouvelle plante, sont assez peu importantes à notre point de vue pour qu'on n'en tienne aucun compte.

4° C'est l'*acide carbonique* qui forme la base de tout le règne végétal ; c'est lui qui est le premier aliment absorbé par la plante, tant dans le sol que dans l'air.

5° Aussitôt son absorption, il est *réduit* par le glucose à l'état de *carbone* ou *charbon* (plus de l'oxygène libre), en vertu même du pouvoir réducteur du sucre incristallisable.

6° Le charbon ainsi *réduit* se combine, à l'état naissant, avec l'*eau absorbée* et forme ainsi un *hydrate de carbone* que nous avons nommé *cellulose rudimentaire*: il ne manque à ce produit que le travail organisateur des forces vitales, pour passer par les divers états de la cellulose, depuis l'état mucilagineux jusques et y compris la transformation en matière gommeuse.

Nous avons *hasardé* dans plusieurs circonstances, et tout à l'heure encore, l'expression de *charbon* ou *carbone hydraté*... Voyons comment elle peut et doit être justifiée, avant de terminer ce travail par le tableau des premières métamorphoses qui s'opèrent dans le végétal.

Nous n'entendons pas par *hydratation* un simple *mélange* d'eau avec un corps donné, mais bien la *combinaison chimique* de l'eau avec ce corps; or, la fécule et la cellulose, traitées par les méthodes les plus parfaites d'analyse chimique, donnent d'abord un *équivalent* d'eau, laquelle est simplement en mélange, puisqu'elle se sépare par l'évaporation seule, et nous admettons que l'on agisse sur des matières suffisamment desséchées, mais seulement au point convenable; car il peut se faire que la torréfaction enlève à ces substances toute leur eau mélangée, sans nuire à leurs principes constituants. Ne voyons donc qu'un hors-d'œuvre dans cette opération préliminaire, qui détruit

le mélange pour ne laisser subsister que la combinaison chimique, sous sa forme fixe, et continuons notre expérience; elle nous donnera, *par décomposition*, *neuf équivalents d'oxygène*, *autant d'hydrogène*, et il restera, comme résidu, *douze équivalents de charbon*.

Cet oxygène et cet hydrogène se trouvent *combinés* au charbon *dans les proportions de l'eau*, et, quoiqu'on ne puisse en opérer la séparation que chimiquement et à l'état gazeux, il est extrêmement rationnel d'admettre l'existence de l'eau combinée élémentairement au carbone, puisque le fait brutal de l'analyse le démontre, malgré l'impossibilité de la synthèse.

C'est précisément à cause de l'existence de l'eau en combinaison que nous nommons les corps *hydrocarbonés*, des *charbons hydratés*, et sans prétendre forcer autrui à admettre notre expression, nous la donnons comme le symbole exact et précis de la vérité.

Si nous prenons des chiffres et que nous ayons 100 grammes, par exemple, de fécule séchée à 140°, il nous viendra par l'analyse :

Eau mélangée.......	1 équivalent.................	5 gr. 56
Eau combinée (9 équivalents)..........	Oxygène 44 gr. 44 (9 équivalents) / Hydrogène 5 gr. 56 (9 équivalents)	50 gr. 00
Charbon ou carbone,	12 équivalents..............	44 gr. 44
	Ensemble.........	100 gr. 00

Ce qu'il serait facile aux contradicteurs de vérifier; en sorte que 100 grammes de cellulose ou de fécule contiennent : 5gr,56 d'eau mélangée, se séparant

par simple évaporation ; 50 grammes d'eau combinée, formée par 44gr,44 d'oxygène et 5gr,56 d'hydrogène ; enfin 44gr,44 de carbone pur.

Nous le proclamons une fois de plus : de l'EAU et du CHARBON, voilà ce qu'il faut à la nature pour enfanter un si grand nombre d'admirables produits, *qui ne diffèrent, la plupart du temps, que par un peu d'eau !*

TABLEAU

Des premiers changements qui surviennent dans les principes végétaux.

A. La *graine* contient :

1° FÉCULE, *substance transformable ;*
2° Eau *de végétation ;*
3° Matières azotées, susceptibles de se changer en DIASTASE, *agent transformateur ;*
4° Sels divers.

B. La *jeune plante* contient :

1° Fécule transformée ou GLUCOSE ;
2° Eau *de végétation ;*
3° Matières azotées, *en petite quantité ;*
4° PECTOSINE, ou *cellulose rudimentaire ;*
5° Sels divers, *en petite quantité.*

C. La chimie vivante opère dans les végétaux :

1° En ABSORBANT l'ACIDE CARBONIQUE : 1° de l'eau, 2° de l'air ;
2° En RÉDUISANT cet *acide* (CO^2) par le GLUCOSE, *sous l'influence de la lumière*, etc. ;

3° En EXHALANT l'Oxygène du même acide *pendant le jour ;*

4° En CESSANT cette fonction de réduction *pendant la nuit*, en *l'absence des rayons lumineux ;*

5° En ABSORBANT l'Oxygène de l'air *pendant la nuit et à la lumière diffuse ;*

6° En EXHALANT, *pendant les ténèbres*, tout l'excès d'acide qu'elle absorbe par les racines et celui qu'elle n'a pas réduit pendant le jour ;

7° En COMBINANT, *pendant la nuit surtout*, l'Oxygène *en excès* avec les divers corps qu'elle peut avoir absorbés sous une forme quelconque ;

8° En ÉLIMINANT, pendant le jour et pendant la nuit, l'eau qu'elle a absorbée en excès ;

9° En TRANSFORMANT les sels absorbés et les amenant, *par des voies diverses*, à un état différent de leur état primitif (*sels simples* ou *neutres, bi-tri-quadrisels*).

Avant d'entrer plus avant dans la question chimique et de faire voir comment la nature, simple et sage dans ses vues, se rit et se joue de tous ces gens qui veulent plier les faits à leurs règles, au lieu de baser leur pauvre science sur les faits, disons un mot d'un phénomène particulier très remarquable, lequel touche aux principes que nous avons posés.

Nous voulons parler *de la respiration des végétaux*, et ce fait physiologique trouvera sa véritable explication dans ce qui précède.

On a avancé, en physiologie botanique, les propositions suivantes :

1° La plante respire comme l'animal, et la séve a besoin, comme le sang, d'être revivifiée au contact de l'air atmosphérique.

2° Les feuilles dégagent de l'*oxygène* sous l'influence de la lumière solaire.

3° Ce dégagement de gaz oxygène a paru à quelques savants être le résultat de la décomposition de l'acide carbonique (CO^2) *contenu dans les feuilles.*

4° *Les feuilles, et les parties vertes surtout*, absorbent l'acide carbonique de l'air, *lequel est réduit.* (Comment?... ils ne le disent pas.)

5° Il y a *expiration* de l'oxygène de l'acide pendant le jour, et, au contraire, *absorption* d'oxygène pendant la nuit et à la lumière diffuse.

6° Dans ce dernier cas, l'*oxygène absorbé* se combine avec partie du *carbone* de la plante, pour former de l'acide carbonique, lequel est *exhalé* pendant la nuit.

7° L'acide carbonique exhalé vient d'une combinaison du carbone de la plante avec l'oxygène de l'air, comme nous venons de le dire, suivant les uns; et d'après M. Dumas, ce serait seulement celui qui pénètre dans le végétal par les racines.

Voilà bien des opinions et des phrases pour arriver à formuler un des plus beaux faits de la chimie fonctionnelle végétale, lorsque le simple bon sens avertissait tous ces Messieurs d'une vérité incontestable que nous exprimons ainsi : « Quelle que soit la manière dont nous expliquons les actes de la nature, nous ne pouvons rien ôter à la simplicité de ses lois, ni rien

ajouter à la marche éminemment uniforme qu'elle suit dans leur application. »

Or, rien ne prouve que la séve ait besoin de revivification comme le sang; les parties vertes ne jouent pas le rôle d'*agents réducteurs* de l'acide carbonique, qui est absorbé par les *stomates* et par les racines.

L'absorption de l'oxygène est un fait incontestable; mais l'acide carbonique, exhalé pendant les ténèbres ou à la lumière diffuse, ne provient que pour une très faible portion du carbone de la plante, et M. Dumas est dans l'erreur à cet égard, quoiqu'il se rapproche beaucoup plus du vrai que les partisans de l'autre opinion.

Voyons donc ce qu'il y a de réel dans tout cela, afin de n'avoir plus à nous occuper dans la suite de notre travail que de l'alcool et de ses différents modes de production.

Comment le *charbon* ou *carbone* se produit-il?

Nous l'avons dit : c'est par la *réduction* de l'acide carbonique, à l'aide du *glucose*, sous l'influence de la lumière. Dans cette réduction, le carbone, à l'état naissant, se combine avec l'eau et forme de la *pectosine* ou *cellulose rudimentaire;* les 2 équivalents d'oxygène libre sont exhalés *en partie* et causent ainsi le phénomène qui a donné le change aux physiologistes. D'un autre côté, le *glucose réducteur* éprouve assez souvent une action toute spéciale qui lui fait perdre 2 équivalents d'eau, et le transforme en *cellulose*, *amidon*, *inuline*, ou plus souvent en *matière gommeuse.*

Quant à l'exhalation de l'acide carbonique pendant les ténèbres, elle n'est pas causée par la formation de

cet acide à l'aide du carbone de la plante et de l'oxygène absorbé. Ce serait la tapisserie de Pénélope, et la nature n'a pas l'habitude de l'absurdité. L'opinion de M. Dumas est presque vraie, en ce sens que l'acide carbonique, absorbé par les racines, est exhalé en effet par suite de la cessation de l'action réductive; mais on doit également tenir compte de l'excès d'acide qui n'a pas été réduit. Il y a des plantes qui, renfermant très peu de glucose, n'ont qu'une faculté réductrice très limitée. Voilà les faits tels qu'ils sont, et les explications ne peuvent rien modifier quant aux faits.

L'oxygène absorbé sert :

1° A la *formation* DE L'ACIDE OXALIQUE, et par conséquent des *oxalates* en présence des bases;

2° A la suroxygénation de la séve, qui est la cause la plus importante des modifications *isomériques* qui surviennent dans les principes immédiats.

En résumé, le phénomène de la respiration n'est qu'apparent; il n'a pour cause que la réduction de l'acide carbonique en carbone et oxygène par l'action du sucre sous l'influence de la lumière, et il se passe la réaction suivante :



$$CO^2 + C^{12}H^{11}O^{11}HO = C + C^{12}H^9O^9HO + 2HO + 2O.$$

que l'on peut expliquer aisément à l'aide de ce qui précède.

Imagine-t-on que la nature végétale se borne à cette action réductrice dont les conséquences sont déjà pourtant si nombreuses et si importantes? Ce serait une erreur impardonnable, en présence de la puissance

électrique déterminée par la vitalité de la plante et démontrée par le double courant de la séve en sens inverse, auquel on a donné les noms de *séve ascendante* et de *séve descendante*. Il se passe dans le végétal de tous pourvu ses organes fonctionnels, puisant ses aliments dans ses milieux propres, des phénomènes de l'ordre le plus intéressant.

On a dit : « *C'est l'azote qui nourrit la plante*, » et l'on n'a pas vu que l'on commettait *à priori* une grossière absurdité ! Quel est le rôle réel de l'azote et de l'acide phosphorique dans la nutrition ? Est-ce bien celui qu'on a attribué à ces deux agents si puissants que nous considérons comme indispensables à la plupart des végétaux ?

Nous ne le pensons pas, et nous en donnons immédiatement nos preuves, afin qu'on ne puisse pas nous accuser de juger à la légère et sans valables raisons.

Il arrive dans la vie végétale une période où la plante ne contient plus assez de sucre réducteur pour réduire et fixer le carbone nécessaire à son existence ; il faut cependant que l'acte vital se continue... Aussi, l'être vivant qui nous occupe absorbe-t-il des quantités assez considérables d'*azote*, d'*acides phosphorique* et *sulfurique*, etc. Cet azote, au contact de l'oxygène libre de la plante, *s'acidifie*, et les divers acides réunis concourent à la saccharification partielle de la fécule et des autres principes immédiats, susceptibles de cette transformation, qui servent à leur tour à la *réduction* de l'acide carbonique ; en sorte que la plante, dans sa perfection, tourne dans un cercle constant autour de

ces deux points : production du *sucre* par les ferments ou les acides, et fabrication naturelle du *charbon* par *voie réductive*.

D'un autre côté, ces acides jouent encore un autre rôle très important, celui de se combiner avec les bases absorbées et de concourir à la création de divers sels, *azotates*, *sulfates* ou *phosphates*, qui se rencontrent dans le tissu végétal.

Voilà les principales actions de la chimie vivante, et ce sont précisément celles qui donnent naissance aux *corps hydrocarbonés*, lesquels sont les premiers formés dans l'ordre d'origine et proviennent directement de la réduction de l'acide carbonique. En effet, si l'on consulte le tableau suivant, on se rendra compte de toutes ces phases différentes.

Tableau d'origine des principes immédiats végétaux.

1° Eau de germination et de végétation. Séve.	Hydrogène		H =	12,5
	Oxygène		O =	100,0
	Acide carbonique	Carbone	C =	75,0
		Oxygène	O^2 =	200,0
	Sels dissous		»	»
2° Glucose produit par la fermentation germinatrice	Carbone		C^{12} =	900
	Hydrogène		H^{12} =	150
	Oxygène		O^{12} =	1200
3° Produits atmosphériques	Acide carbonique	Carbone	C =	75
		Oxygène	O^2 =	200
	Azote (vient aussi du sol)		Az =	175
4° Acides divers donnant naissance aux sels végétaux, etc.				
5° Acides et bases de formation végétale.				

On peut aisément conclure de ce qui précède : 1° Que la *fécule*, corps *hydrocarboné* par excellence, *préexiste* dans le végétal, puisqu'elle n'est autre chose

que la *substance* transformable qui se trouve dans la graine; 2° que le *glucose*, résultat de l'action diastasique, est le premier des corps produits dans le mouvement vital, si l'on fait abstraction de la *diastase*, qui n'est différente de la *matière albuminoïde* que par un changement moléculaire, ainsi que nous l'avons dit; 3° que l'*acide carbonique* de l'eau de germination ou de l'atmosphère est réduit par le *glucose* et donne naissance au *carbone* ou *charbon*, en mettant l'oxygène en liberté; 4° que ce *carbone* et cet *oxygène*, à l'état naissant, se combinent avec un certain nombre d'équivalents d'*hydrogène* de l'eau qui se décompose, et produisent ainsi la *pectosine* ou cellulose à l'état mucilagineux, rudimentaire ou de *cambium*.

La pectosine produite se fixe en partie et devient *cellulose parfaite;* une autre partie se transforme en *glucose réducteur* pour la continuation de l'action vitale organisatrice.

C'est dans la répétition constante de ces divers actes que gît toute la fonctionnalité importante du végétal; mais les *corps hydrocarbonés* se dédoublent bientôt, et, perdant une partie de leur oxygène, ils ne présentent plus les éléments de l'eau en proportion convenable; quelquefois même ils perdent tout leur oxygène et deviennent des corps *hydrogénés* proprement dit. Ce phénomène se manifeste le plus souvent vers les parties extérieures qui avoisinent l'écorce, dans l'écorce elle-même, etc., et très souvent dans les fruits. On peut dire qu'en général ces corps se produisent dans les cellules épidermiques plutôt

qu'ailleurs, et en voici la raison. Nous avons vu qu'une partie de l'oxygène libre s'exhale pendant le jour ; il faut ajouter à cela qu'il y a absorption d'oxygène pendant les ténèbres et à la lumière diffuse, en sorte que les éléments hydrocarbonés placés sur le passage, pour ainsi dire, de l'agent le plus puissant de la nature, se dissocient et perdent une partie plus ou moins considérable de leur oxygène. Il arrive également et plus souvent encore que des corps très avides d'oxygène pénètrent dans la plante et y produisent une *double décomposition* analogue à celles de nos laboratoires. Quelquefois encore l'hydrogène mis en liberté par la décomposition de l'eau se combine directement avec le carbone seul, à l'état naissant, sous l'influence de l'agent réducteur.

Il va de soi qu'il ne sera jamais possible de donner, au sujet des *corps hydrogénés* ou des *corps azotés*, que des explications plus ou moins plausibles en ce qui touche leur origine, l'observation directe ne pouvant avoir lieu comme pour les *hydrocarbonés*. Quoi qu'il en soit, voyons maintenant quels sont les phénomènes qui accompagnent la fermentation naturelle, et nous serons directement ramenés à l'étude spéciale de l'*alcool* naturel ou artificiel.

Les éléments hydrocarbonés des plantes qui ne sont pas représentés par *douze équivalents de carbone et autant d'eau* (1), ne sont pas susceptibles d'éprouver la

---

(1) Excepté pourtant le sucre de raisin, qui fermente bien, quoiqu'il contienne 14 équivalents d'eau. *N. B.*

transformation alcoolique sans avoir, au préalable, été *changés* au point de répondre à cette formule; et l'on peut dire en thèse générale :

Le GLUCOSE *seul est fermentescible.*

Examinons donc comment la nature produit cette modification dans les *fruits* dont le sucre est le glucose à l'état normal.

Si nous supposons avoir sous les yeux des *pommes* ou des *poires*, par exemple, qui ne soient pas encore parvenues à leur maturité complète, nous pourrons facilement constater par l'analyse ou le simple examen, que le sucre n'y existe pas encore, ou du moins ne s'y trouve qu'en très faible proportion. Nulle odeur, pas de dégagement d'acide carbonique, etc. : un fruitier rempli de semblables fruits ne trahit nullement sa présence. Que si, au contraire, nous pénétrons dans un cellier plein de fruits mûrs, l'odeur fortement vineuse qui s'en dégage et celle de l'acide carbonique viennent nous démontrer la présence d'une véritable fermentation alcoolique naturelle, dont nous allons chercher à expliquer les phases et les différents degrés.

Lorsque le fruit est arrivé à toute sa grosseur, que pour pouvoir être cueilli, il n'attend plus que la maturité, il contient une quantité très considérable de *pectosine*, d'*acide malique* et de *cellulose;* on y remarque une certaine quantité de *fécule* et un peu de *glucose.* Au fur et à mesure que survient la maturité, l'acide réagit sur ces éléments et transforme la cellulose, la pectosine et la fécule en *sucre de fruits incristallisable*, au moins pour la plus grande partie : des

fruits parvenus à cet état et transportés dans un local à température constante ne tardent pas à subir une véritable *fermentation alcoolique*, sous l'influence des matières albuminoïdes, et c'est cette fermentation qui développe l'odeur d'acide carbonique et d'alcool de fruits, toujours si remarquable dans un cellier. Ces deux produits volatils se dégagent et disparaissent assez promptement ; il y a même certaines espèces de pommes et de poires, assez poreuses, pour qu'après sept ou huit jours la fermentation alcoolique ait complétement cessé, et que la pourriture commence : le *blessissement* des pommes et des poires n'a pas d'autre cause. D'autres variétés, au contraire, ne contiennent presque pas d'acide, et, en revanche, n'offrent qu'une chair farineuse et sans goût.

En effet, dans ces dernières, l'acide n'ayant pu réagir sur la fécule et les autres matières transformables, le peu d'alcool et d'acide carbonique produits se sont rapidement dégagés, et il ne reste plus qu'une matière féculente d'une saveur nulle et d'un goût fade, presque désagréable.

A la suite de ce travail intérieur qui détermine la production de l'alcool et de l'acide carbonique, les fruits passent assez rapidement à la *pourriture*, au contact de l'air et à l'aide d'une certaine température qui varie entre 10° et 25° ou 30°, tout au plus, quoiqu'une température plus élevée détermine la pourriture, mais ordinairement sans que la fermentation alcoolique ait précédé. Quelquefois entre la formation de l'alcool de fruits et la pourriture, il se produit une

sorte de *vinaigre*, d'acide acétique, quand la température le permet et que les fruits sont assez pourvus de *glucose :* ainsi les fruits très sucrés, bien mûris, passent facilement au blessissement, et cela se voit assez souvent dans les poires, qui sont encore assez mangeables dans cet état intermédiaire.

Nous reviendrons plus loin sur la fermentation et les questions qui en dépendent ; il nous suffit d'avoir indiqué de quelle manière la nature elle-même produit les diverses transformations qui conduisent à la production de l'alcool, de l'acide acétique, etc. Nous aurions pu être beaucoup plus complet dans cet aperçu sur la nature végétale ; mais nous croyons avoir été assez explicite et assez étendu, pour que les questions qui nous restent à traiter n'offrent plus aucune obscurité.

Examinons maintenant quels sont les végétaux et parties de végétaux que l'on peut soumettre à l'alcoolisation, afin que chacun puisse choisir parmi ces matières premières celles qui présenteront le plus d'avantages.

Des plantes et parties de plantes alcoolisables.

Un principe posé dans notre *Traité d'alcoolisation de la betterave* est ainsi formulé :

« *Toute plante, graine, racine, toute portion de végétal contenant de la fécule ou du sucre, ou même* UN TISSU TRANSFORMABLE EN SUCRE, *est facilement alcoolisable.* »

Il en résulte quelques conséquences pratiques sur

lesquelles nous appellerons toute l'attention du lecteur, sûr que nous sommes des applications sérieuses qui peuvent en résulter. Il ne faut rien négliger en chimie industrielle, si l'on veut parvenir à se rapprocher de la vérité absolue, et par conséquent de la perfection.

1° Le GLUCOSE sous toutes ses formes et toutes les portions de plantes qui en contiennent sont la matière première de l'alcoolisation.

2° Le SUCRE DE CANNE arrive en second lieu, dès qu'il a été transformé en *glucose* par une action chimique.

3° La FÉCULE et toutes les parties végétales qui en renferment, tiges, graines ou racines, sont susceptibles de la fermentation alcoolique, après transformation.

4° Il en est de même des GOMMES, de l'INULINE, de la LICHÉNINE, de la PECTOSINE, ou même du MUCILAGE *végétal* convenablement traité.

5° La CELLULOSE sous toutes ses formes, *bois pulvérisé*, *paille*, *coton*, *papier*, *linge*, *feuilles*, *foin*, etc., à condition que les sels en excès n'y arrêtent pas la fermentation, présente les mêmes ressources à l'alcoolisateur.

6° Le MIEL, malgré son élaboration animale, doit prendre rang parmi les substances alcoolisables.

Nous pouvons affirmer que partout où l'on trouve un *corps hydrocarboné* dont la composition chimique offre à l'analyste : *du charbon* et *de l'eau*, l'alcoolisation peut avoir lieu à l'aide de certaines opérations préalables qui toutes ont pour but la production du *glucose fermentescible*.

Avec ces données, il est facile de choisir parmi les corps alcoolisables ceux que l'on peut traiter le plus économiquement, et nous clorons ce paragraphe par la liste des matières que l'on peut employer dans ce but.

1° *Sucre de canne* et *mélasses*, *jus de canne* et *suc* du *maïs* ou blé de Turquie et du *millet*, *jus* de *betterave* et de *carotte* qui présente une analogie frappante; il en est de même du jus du *sorgho sucré*, récemment introduit dans nos cultures, et de toutes les plantes qui contiennent du *sucre de canne cristallisable* représenté par la formule chimique : $C^{12}H^{10}O^{10},HO$.

2° *Glucose* et jus de la plupart des fruits acides sucrés, lesquels fermentent sans transformation précédente : ainsi les *pommes*, les *poires*, les *prunes*, les *pêches*, les *abricots*, les *figues*, les *raisins*, les *merises*, les *cerises*, les *dattes*, etc.; les fruits de terre sucrés, tels que le *melon*, le *potiron*, la *citrouille*, le *melon d'eau* ou *pastèque*, etc., etc.; les *baies*, telles que les *groseilles* de diverses espèces, la *framboise*, etc.

3° Les *racines féculentes* qui exigent la transformation chimique de leur fécule en glucose, telles que *pommes de terre*, *topinambours*, *panais*, *asphodèle*, *garance*, *dahlia*, etc.; les *racines* juteuses : *navets*, *raves*, etc.

4° Les *graines* et *fruits féculents* : *froment*, *seigle*, *orge*, *avoine*, *riz*, *sarrasin*, *maïs*, *millet*, *sorgho*, *panis*, *pois*, *haricots*, *lentilles*, *fèves de marais*, *féveroles*, *vesces*, *châtaignes*, *glands*, etc., le tout après saccharification de la fécule ou transformation en glucose.

5° *Fécule* pure après saccharification.

6° *Cellulose* dans toutes ses conditions, *sciure de bois*, *paille*, *coton*, *papier*, *linge*, *feuilles*, *foin*, etc.

7° *Miel*.

8° *Boissons* déjà fermentées : *vin*, *cidre*, *bière*, etc.

On pourrait encore ajouter à cette liste déjà si longue, mais nous pensons qu'avec le principe général que nous avons émis, il est parfaitement inutile de s'étendre plus longtemps à ce sujet, puisque, d'ailleurs, il peut se faire que dans un temps assez court une autre plante vienne exciter l'engouement public, comme a fait l'*asphodèle* il y a quelques mois, ou comme la *garance*, malgré la qualité détestable de leurs produits. Nous ne donnerons qu'un conseil à propos du choix à faire, c'est d'adopter la matière première la moins coûteuse, si l'on vise à la production de l'alcool industriel ; au contraire, on choisira la plus *franche de goût*, si l'on tient à créer de l'alcool de table. Du reste, nous aurons encore quelques mots à dire là-dessus dans notre deuxième partie, sur l'alcoolisation spéciale.

Théorie de l'alcoolisation.

Nous abordons ici une des plus belles parties de la chimie moderne, et vraiment on ne peut guère la traiter d'une manière complète sans prendre quelques parcelles d'autres questions, dont l'importance, bien qu'accessoire, ne laisse pas d'avoir une haute portée. Voilà la raison pour laquelle nous laisserons de côté les détails, pour ne nous occuper dans ce paragraphe

que des choses les plus indispensables, lesquelles ne pourraient revenir dans ce *traité*, tandis que les accessoires trouveront leur place dans mille endroits.

L'alcool, avons-nous dit, est un liquide incolore, d'une odeur suave et d'une saveur brûlante, etc.; il est beaucoup moins lourd que l'eau, et à la température de 5°, un litre ne pèse que 810 grammes au lieu de 1000, qui est le poids normal de l'eau pure ou distillée à 4°. L'alcool entre en ébullition à 78°,4 du thermomètre centigrade, et sa vapeur est plus lourde que l'air.

On représente l'alcool par la formule chimique $C^4H^6O^2$, et quoique nous ayons à repousser cette expression pour des raisons assez graves, nous la conserverons quant à présent, suffisante qu'elle est pour nous faire saisir le changement survenu dans la matière sucrée fermentescible.

Lorsqu'on place un liquide sucré dans un lieu chaud, dont la température est maintenue entre 15° et 30°, si l'on ajoute à ce liquide une certaine quantité (2 pour 100) de *levûre de bière*, on observera presque immédiatement un phénomène, qu'il est très important de bien connaître quand on veut pratiquer l'alcoolisation. Le liquide *entre en fermentation*, et il s'en dégage de l'acide carbonique en quantité considérable jusqu'à ce que le sucre ait disparu d'une manière complète. Tout le monde a une première idée de ce qui se passe alors, puisqu'il est peu de personnes qui n'aient eu occasion de voir les cuves de vendange remplies d'abord de *vin doux et sucré*, lequel se change au bout de deux

ou trois jours en une liqueur aigrelette qui a perdu cette saveur sucrée et peut enivrer promptement : c'est le *vin fait* qu'il ne s'agit plus que de mettre dans des tonneaux. On sait aussi combien il est dangereux de respirer l'odeur et les gaz qui se dégagent de ces cuves ; l'acide carbonique cause tous les ans des accidents assez sérieux par l'imprudence des vignerons.

Cette fermentation *vineuse* n'a pas besoin, pour se produire, du secours de la levûre de bière, la pellicule du raisin contenant un ferment énergique. Nous reviendrons plus loin sur la fermentation et nous indiquerons, autant que possible, le mode d'action des ferments sur les matières sucrées, ou tout au moins les opinions qne l'on a émises à ce sujet. Il ne s'agit, pour le moment, que d'étudier la décomposition chimique qui s'opère sur le sucre, que nous représentons par la formule $C^{12}H^{11}O^{11},HO$, et dont voici l'explication :

Si nous considérons le sucre fermentescible comme formé de : *carbone*, 12 équivalents, *hydrogène* et *oxygène*, 11 équivalents, plus 1 équivalent d'*eau*, nous pourrons facilement traduire en chiffres ronds cette expression scientifique. En effet, le carbone étant représenté par le chiffre 75, l'hydrogène par 12,50 et l'oxygène par 100, nous aurons :

1°	12	équival.	de carbone égalent...	900,00
2°	11	—	d'hydrogène.........	137,50
3°	11	—	d'oxygène............	1100,00
4°	1	—	d'eau égale.........	112,50
			Ensemble....	2250,00

En sorte que nous pouvons représenter le sucre par

ce nombre 2250, et le prendre pour base de nos calculs dans l'étude de la transformation alcoolique.

Si nous plaçons 2250 parties en poids de sucre dans un *bocal* avec de l'eau et de la levûre, nous porterons à l'aide d'un *bain-marie* la température à 25°, et la fermentation se produira aussitôt. Mais, au préalable, nous aurons adapté un bouchon à l'orifice du vase, et dans ce bouchon nous avons fait entrer l'extrémité d'un tube recourbé, dont l'autre bout va plonger dans une certaine quantité d'*eau de chaux*. L'*acide carbonique* produit ira se dégager dans cette eau et donnera naissance à du *carbonate de chaux* qu'il suffira de sécher et de peser pour pouvoir déterminer la quantité absolue d'acide dégagé, laquelle dans notre expérience sera de 4 équivalents, représentés par la formule $4CO^2$. Le chiffre de l'acide carbonique étant de 275, nous aurons en poids 1100 parties de cet acide comme résultat de notre fermentation. Si nous distillons la liqueur fermentée, il nous viendra 1150 parties d'alcool, et la somme de ces deux nombres représente exactement le chiffre 2250 du sucre employé.

Il est bon de savoir que 100 grammes de carbonate de chaux, séché à l'étuve, correspondent à 44 grammes d'acide carbonique.

Ainsi, ramenant au chiffre normal 100 notre terme de comparaison 2250, nous verrons que 100 parties de sucre fermentescible donnent :

Alcool..............	51,12	100.
Acide carbonique.....	48,88	

Ce qui correspond aux résultats indiqués plus haut

pour l'équivalent du sucre 2250. Un équivalent de sucre donne donc en résumé 4 équivalents d'acide carbonique et 2 équivalents d'alcool, l'équivalent de ce dernier étant égal à 575.

L'acte de la fermentation a donc pour résultat définitif de former 4 équivalents d'acide carbonique à l'aide de 4 équivalents de carbone et 8 équivalents d'oxygène empruntés au sucre, lequel se trouve, par le fait même de cette perte, transformé en alcool. Disons, avant de terminer ce chapitre, que ce serait une faute grave de s'en rapporter à ce résultat, si l'on avait à monter une distillerie. En effet, bien que M. Barral et quelques autres écrivains aient, à la légère, indiqué cette base, il ne faut pas oublier que la pratique est loin encore des données de la théorie. S'il en était autrement, il suffirait de déterminer la quantité de sucre qui se trouve dans un liquide donné pour connaître aussitôt le rendement en alcool par une simple proportion, puisque 100 parties de sucre répondent à 51$^{\text{part.}}$,12 d'alcool absolu ou complétement privé d'eau. Nous ne pouvons trop le répéter, ce chiffre, exact en théorie, n'a pas encore été atteint dans la pratique, pour des causes très diverses, dont nous expliquerons en temps utile les plus importantes.

CHAPITRE II.

De l'alcool au point de vue chimique. — De l'alcool de toutes pièces ou artificiel, considéré comme un carbure d'hydrogène dont la formule serait $C^4H^4,2HO$.

Nous avons donné dans notre premier chapitre un aperçu de la manière dont se comporte la nature dans la production des corps hydrocarbonés; nous avons jeté un coup d'œil sur les divers principes alcoolisables et sur la théorie de l'alcoolisation ; il nous reste, comme conclusion de cette première idée, à étudier l'alcool au point de vue chimique : c'est ce que nous allons faire le plus brièvement possible.

L'alcool est un *dissolvant neutre*, c'est-à-dire ne produisant aucune action chimique sur les corps qu'il tient en dissolution; c'est assez faire comprendre qu'une des qualités fondamentales de l'alcool est de n'être ni *acide* ni *alcalin* (1), ce que l'on reconnaît aisément à l'aide du papier de *tournesol* rouge ou

---

(1) On entend, en chimie, par *acides*, tous les corps doués d'une saveur aigre, *en général*, et rougissant les couleurs bleues végétales. Cette dernière propriété est caractéristique, et elle suffit pour reconnaître la présence d'un *acide*.

Les corps *alcalins* sont doués de propriétés opposées à celle des acides ; ils ont une saveur âcre et font revenir au bleu les couleurs bleues végétales rougies par un acide : la *chaux*, la *potasse*, la *soude*, etc., sont des *alcalis*.

On appelle *neutres* les corps qui sont sans action sur les couleurs bleues végétales. *N. B.*

bleu. En effet, les liquides alcalins bleuissent le papier de tournesol rouge, et les acides rougissent le bleu, propriété qui rend très facile la vérification. Les alcools que l'on a purifiés par la *chaux* de leurs huiles essentielles présentent souvent des propriétés alcalines qui doivent les faire rejeter de la plupart des opérations de chimie industrielle, jusqu'à ce qu'ils aient été débarrassés de cet inconvénient. Disons en passant que le meilleur moyen pour y parvenir consiste à mélanger à l'alcool de l'acide sulfurique étendu d'eau, jusqu'à ce que le papier bleu rougisse légèrement, et à distiller après un jour de repos. Il se forme un *sulfate*, et le nouveau produit alcoolique passe neutre à la distillation.

Quelle que soit la formule chimique que l'on adopte par rapport à l'alcool, 100 parties en poids de ce corps représentent :

Carbone........	52,65
Hydrogène......	12,79
Oxygène........	34,45
Ensemble....	100,00

Il est à remarquer que l'alcool se présente à nous dans deux conditions : ou c'est un mélange d'eau et d'alcool ; ou il est complétement privé d'eau, et dans ce dernier cas on lui donne le nom d'*alcool pur*, *absolu*, ou *anhydre*. Quelquefois aussi l'alcool tient en dissolution des huiles essentielles de nature diverse sur lesquelles nous aurons à revenir. L'alcool absolu a, d'ailleurs, une très grande tendance à s'emparer de

l'humidité atmosphérique, et, quand on laisse ce liquide à l'air pendant quelque temps, si pur qu'on le suppose, il perd à la fois en quantité par évaporation et en qualité par absorption d'eau, en sorte qu'il marque très souvent quelques degrés de moins qu'avant l'expérience.

L'alcool absolu brûle à l'air libre sans laisser aucune espèce de résidu ; la flamme est bleuâtre et donne une chaleur assez intense dont nous déterminerons le pouvoir dans le chapitre suivant.

Un des phénomènes les plus curieux que présente l'alcool consiste dans la *contraction* ou le *retrait* que l'on observe dans un mélange d'eau et d'alcool. Outre la chaleur qui se produit, le mélange des deux liquides offre un volume moindre que la somme des volumes isolés. Ainsi, lorsqu'on mêle 53vol.,69 d'alcool avec 49vol.,79 d'eau, on n'obtient que 100 volumes au lieu de 103,50 qu'on devrait avoir à première vue. Le phénomène de contraction est encore un de ces faits auxquels on n'a pas prêté une attention suffisante en pratique, et il peut présenter quelquefois des conséquences d'une application profitable.

L'alcool, comme la plupart des corps qui en sont dérivés, est un poison pour l'homme et pour les animaux, surtout lorsqu'il est concentré ; mais, bien qu'à l'état d'*eau-de-vie*, il cause une ivresse dangereuse bien différente de celle du vin ; et quoique le vin ne porte son action sur le cerveau qu'en raison de l'alcool qu'il renferme, ses autres éléments chimiques paralysent, en quelque façon, les effets délétères de ce principe.

Les buveurs d'eau-de-vie et de liqueurs fortes contenant une notable proportion d'alcool parviennent rarement à un âge avancé sans éprouver les atteintes de cette *folie tremblotante* que les médecins nomment *delirium tremens*. Souvent il arrive que l'intelligence tout entière s'anéantit, et que l'individu ne succombe qu'après un temps plus ou moins long d'abrutissement complet. On rencontre en Angleterre et en Irlande, parmi les consommateurs de *gin*, des faits nombreux qui justifient notre assertion.

Un des effets les plus terribles des boissons alcooliques sur l'économie animale est, sans contredit, la *combustion spontanée* ; et bien que jeune encore, nous avons pu déjà en voir deux exemples. Il semble qu'après un certain temps d'abus le corps soit tout imprégné d'alcool, à la façon d'une véritable éponge ou d'une mèche imbibée d'huile, et qu'il suffise de la moindre étincelle, de la moindre circonstance extérieure pour y communiquer un funeste incendie dont les résultats sont nécessairement mortels.

L'alcool détermine presque instantanément la *coagulation* de l'albumine, et cette propriété, dont nous avons conseillé l'utilisation dans l'art nouveau de la photographie, peut encore être mise à profit dans la médecine usuelle, pour arrêter les suintements de sang des coupures ou déchirures superficielles de la peau : l'alcool concentré cause la mort subite, quand on l'injecte dans une veine importante, et nous avons vu plusieurs fois vérifier ce fait.

En raison même de la tendance que l'alcool mani-

feste pour s'unir à l'eau, il peut servir à la préparation d'un excellent mélange réfrigérant; et, en effet, il produit un froid de plus de 35° au-dessous de 0°, quand on le mêle avec un poids égal de neige.

Avant d'examiner quels sont les produits que l'on peut obtenir par la réaction des acides sur l'alcool, nous croyons nécessaire d'indiquer au lecteur le procédé le plus simple pour obtenir de l'*alcool anhydre*, *absolu* ou *sans eau*, dont la préparation nous semble être d'une haute utilité en industrie, et surtout en chimie industrielle. Il serait impossible par les procédés les plus parfaits de distillation de produire cet alcool absolu ; aussi a-t-on besoin de recourir dans ce but à un procédé chimique, qui repose sur l'avidité de certains corps pour l'eau : parmi ces corps nous nommerons seulement l'*acide sulfurique concentré*, la *chaux vive*, le *chlorure de calcium sec*, et la *potasse caustique*. Si l'on place sous une cloche un vase peu profond, dans lequel on ait placé de l'alcool à 85° ou 90°, ou même encore plus faible, il suffira de disposer sous cette même cloche un autre vase contenant de l'acide sulfurique concentré, pour qu'au bout de quelque temps, l'alcool ait cédé à l'acide une notable partie de son eau. Il va sans dire que l'air intérieur de la cloche a dû être préalablement parfaitement desséché. Mais ce moyen est peu pratique, surtout quand on doit opérer sur une certaine quantité ; dans ce cas, voici ce qu'il convient de faire. Après avoir *éteint* de la *chaux* à l'aide d'un peu d'eau, on la lave complétement sur un filtre, et on la calcine ensuite au

rouge vif, dans un creuset de terre. Cette chaux, pulvérisée, est mêlée dans un grand flacon, et dans la proportion d'un dixième, avec de l'alcool à 90°. On agite fréquemment le mélange pendant une demi-heure ou une heure, puis on laisse reposer. Après un jour environ, on distille le tout au bain-marie et à sec; mais il arrive presque toujours qu'il est nécessaire de recommencer l'opération une ou deux fois. Quelquefois même, cela ne suffit pas encore; et alors on fait dissoudre dans l'alcool obtenu un vingtième de *potasse caustique* ou de *chlorure de calcium sec.* On agite, et l'on distille à une très douce chaleur, qui ne doit pas dépasser 80° à 85°, ce dont on s'assure à l'aide d'un petit thermomètre. On a encore un moyen de ne pas dépasser ce point de chaleur, en maintenant l'eau du bain-marie à la température de 90°, ce que l'on obtient aisément en graduant convenablement le feu; on est à peu près sûr que la température intérieure de la cornue ne dépassera pas le degré indiqué. Ces précautions ont pour but d'empêcher la formation d'huiles empyreumatiques qui donneraient une mauvaise odeur au produit. On arrête la distillation quand on a obtenu les deux tiers ou les trois quarts du liquide employé.

Nous avons utilisé dans le même but d'obtenir l'*alcool anhydre* un autre procédé que celui indiqué par les chimistes et que nous venons de rapporter : le nôtre consistait à mettre à profit la propriété que possède l'*alumine* de s'unir à l'eau et de la retenir avec la plus grande ténacité. L'alumine dont nous nous sommes servi avait été obtenue par la calcination de

l'*alun ammoniacal*, et quant au reste, les précautions à prendre sont exactement les mêmes que dans la méthode précédente. On reconnaît aisément si l'alcool contient encore de l'eau, en y mêlant un peu de *sulfate de cuivre desséché*, lequel reste blanc si l'alcool est *anhydre*, et prend, au contraire, une teinte bleue pour peu qu'il y reste de l'eau.

De tous les systèmes que l'on a préconisés pour enlever aux alcools infects leur odeur et leur saveur détestable, aucun, jusqu'à présent, n'a réalisé les espérances qu'on en avait conçues : le seul, qui serait vraiment digne d'une certaine confiance, devrait consister à rendre d'abord l'alcool aussi anhydre que possible, sauf à l'étendre ensuite de la quantité d'eau nécessaire pour l'amener au degré commercial ; mais dans ceci encore, il faudrait mettre tous ses soins à distiller à la plus basse température que faire se pourrait, afin que les produits volatils ne pussent, dans aucun cas, s'élever avec les vapeurs alcooliques.

Action des acides sur l'alcool.

A. — Acide sulfurique. — 1° Quand on mélange *deux* parties en poids d'acide sulfurique concentré avec *une* partie d'alcool absolu, et que l'on porte la température à 100°, il se forme un acide particulier, le *sulfovinique*, que l'on obtient libre par des moyens appropriés, lesquels sortent de notre objet. Mais comme cet acide, mis en présence des bases (1), donne lieu à la

(1) On entend par *bases*, tous les corps alcalins ou neutres qui

formation de sels (1) bien caractérisés, nommés *sulfovinates*, qui servent à préparer l'*huile de vin pesante*, nous n'avons pas cru devoir passer cette réaction sous silence, à raison des services que l'huile de vin est peut-être appelée à rendre à l'alcoolisation, d'après certaines personnes, qui ont cru pouvoir la considérer comme un élément essentiel dans la fabrication des alcools de vin artificiels.

Quoi qu'il en soit de cette opinion et bien qu'il faille encore de nombreuses expériences pour décider cette question, sur laquelle nous ne pouvons nous prononcer, à raison des doutes qu'elle nous laisse dans l'esprit, on obtient l'huile de vin pesante en décomposant par la calcination les sulfovinatesbien desséchés avant tout. On en introduit une certaine quantité dans une cornue de grès, communiquant par une *allonge* à un *ballon* ou *récipient* convenablement refroidi et muni d'un *tube de sûreté*. La cornue repose sur un

---

peuvent s'unir, se *combiner chimiquement* avec les acides pour former des composés nouveaux doués de propriétés différentes des éléments qui les ont produits. Les rouilles ou oxydes métalliques, les alcalis, etc., sont des bases plus ou moins énergiques. *N. B.*

(1) Les *sels* sont des corps nouveaux qui résultent de l'union chimique des acides avec les bases. On leur donne différents noms, selon la nature des acides qui y sont entrés comme éléments. Ainsi les acides en *ique* donnent des sels en *ate*. L'acide *sulfurique* ou le *sulfovinique* produisent des *sulfates* ou des *sulfovinates* : *sulfate de soude*, *sulfovinate de chaux*. Les acides en *eux* donnent lieu aux sels en *ite*. Exemple : l'acide *hypophosphoreux* et la *soude* produisent l'*hypophosphite de soude*, etc. *N. B.*

fourneau à réverbère, et on l'échauffe graduellement jusqu'au rouge : il passe alors un liquide huileux, incolore, d'une odeur éthérée assez agréable, qui est l'huile de vin. On peut la séparer par filtration des corps étrangers qui ont pu passer avec elle, ou la purifier par une redistillation qui se produit à 270° ; mais, dans ce dernier cas, on risque d'en altérer la composition.

2° *Éther sulfurique.* — Quand on porte à 140° un mélange de *trois* parties d'acide sulfurique concentré et de *deux* parties d'alcool à 85°, on obtient un produit dont l'emploi tend à se généraliser en industrie, et qu'on nomme *éther sulfurique*, ou plus simplement *éther hydrique*. Cet éther n'est rien autre chose que de l'alcool auquel l'acide sulfurique, par sa présence, a fait perdre 1 équivalent d'eau, et sa formule C^4H^5O, ou mieux, comme nous le verrons plus loin : C^4H^4,HO correspond au chiffre 462,50. Il est incolore, très volatil, très fluide, d'une odeur agréable, d'une saveur brûlante et susceptible de produire un grand froid par son évaporation.

A la température de 0°, le litre ne pèse que 736 grammes, tandis que le même volume d'alcool pèse 815 grammes, et celui d'eau 1000. L'éther bout à 35°,5 et il contient sur 100 parties :

Carbone........	65,31
Hydrogène......	13,33
Oxygène	21,36
Ensemble. .	100,00

L'éther dissout une grande quantité de substances qui seraient insolubles dans l'eau et dans l'alcool ; il procure l'ivresse, et sa vapeur, respirée, détermine l'insensibilité. C'est cette propriété qui a été mise à profit dans ces dernières années pour anéantir la douleur qui accompagne les opérations chirurgicales.

3° *Hydrogène bicarboné.* — Si l'on chauffe à l'ébullition un mélange de 100 parties d'acide sulfurique concentré et de 30 parties d'eau, la température se porte à 165° environ. Que l'on fasse arriver dans ce mélange de la vapeur d'alcool absolu, il y aura lieu à la séparation complète de toute l'eau de l'alcool en présence de l'acide, et cet alcool sera réduit à sa plus simple expression : *Quatre équivalents de carbone et quatre équivalents d'hydrogène* C^4H^4, ce qui constitue le *gaz*, ou *fluide aériforme* qu'on a nommé *hydrogène bicarboné.* On peut recevoir ce gaz sous une cloche renversée sur l'eau, à l'aide d'un tube recourbé. Sa densité est à celle de l'air comme 978 est à 1000, et il brûle à l'air avec une flamme brillante. Quoique ce gaz n'ait pas encore été grandement utilisé, on peut concevoir l'espérance de l'employer à l'éclairage lorsque les moyens de produire l'alcool seront devenus plus économiques. Il existe d'ailleurs en mélange dans le gaz ordinaire de l'éclairage provenant de la houille. Cette réaction nous servira, du reste, à établir et à démontrer une proposition par laquelle nous terminerons l'étude de l'alcool au point de vue chimique et la possibilité de fabriquer l'alcool artificiel industriellement.

B. — ACIDE PHOSPHORIQUE. — Cet acide produit avec l'alcool absolu un nouvel acide : le *phosphovinique*, dont notre cadre ne nous permet pas de nous occuper.

C. — ACIDE AZOTIQUE. — Donne l'éther azotique et l'éther azoteux. Le premier est doué d'une odeur extrêmement suave; il est plus lourd que l'eau dans la proportion de 1112 à 1000, et il bout à 85°. L'éther azoteux a l'odeur de la pomme reinette et bout à 22° ; sa densité est de 886.

D. — ACIDE OXALIQUE. — ACIDE BORIQUE. — ACIDE CHLORHYDRIQUE. — ACIDE ACÉTIQUE, etc. — Ces acides et quelques autres se combinent directement avec l'alcool absolu (quelle que soit sa provenance) pour former des *éthers* analogues à ceux dont nous venons de parler, mais dont l'étude nous entraînerait trop loin et nous empêcherait de traiter à loisir d'autres questions plus importantes. Nous les laissons donc de côté pour jeter un coup d'œil sur un autre dérivé de l'alcool beaucoup plus important et d'un usage général : nous voulons parler de l'*acide acétique*.

Acide acétique. — Vinaigre.

Nous avons déjà parlé de substances particulières auxquelles on a donné le nom d'*albuminoïdes*. Ces matières se rapprochent plus ou moins de la composition de la *levûre de bière*, dont nous ne croyons pas devoir indiquer les éléments chimiques quant à présent, sinon d'une manière générale, en ce sens que l'élément azoté vient donner à cette substance des pro-

priétés toutes spéciales. Nous avons vu également de quelle façon la *diastase* engendre la transformation de la fécule en *sucre;* c'est à un ferment de même nature qu'est due la transformation de ce sucre en *alcool;* l'alcool formé s'oxyde à l'aide d'un autre ferment et se métamorphose en un troisième produit dont la succession est directe : l'*acide acétique.* Quoique l'alcool ne fermente pas quand il est pur ou simplement étendu d'eau (et nous entendons par cette fermentation, la seconde, qui est une véritable oxydation ou combinaison avec l'oxygène), dès qu'on le met en contact avec une matière albuminoïde quelle qu'elle soit : *levûre de bière*, *urine*, *blanc d'œuf*, *fromage*, *gélatine*, *petit-lait*, *viande*, *gluten*, *légumine*, *caséine*, *osmazôme*, *sang*, *sérum du sang*, etc., etc., il se développe une fermentation secondaire à laquelle nous donnerons bientôt le nom d'*acéteuse,* pourvu toutefois que l'on conserve la présence de l'air, laquelle est indispensable pour fournir de l'oxygène. L'alcool pur ou étendu d'eau, les liqueurs spiritueuses ou les vins, se transforment dans ces circonstances en acide acétique ou vinaigre d'une façon plus ou moins rapide, selon que l'on offre une plus ou moins grande surface à l'action oxygénante de l'air.

Nous n'avons pas à entrer dans les détails de la manipulation ni à faire connaître les divers procédés employés par les vinaigriers ; nous ne dirons à ce sujet qu'un mot : c'est que la méthode suivie par l'industrie est d'une lenteur telle, que les vinaigres de vin ne peuvent être obtenus qu'en un laps de temps

allant quelquefois à six mois pour une quantité donnée de liquide, chaque vaisseau ne donnant guère que 8 à 10 litres tous les dix jours.

L'acide acétique *anhydre* a pour formule : $C^4H^3O^3$.

Si nous la comparons à celle de l'alcool : $C^4H^6O^2$, nous pourrons voir que l'alcool a perdu 3 équivalents d'hydrogène par l'acétification, et qu'en revanche, il a gagné 1 équivalent d'oxygène. L'acide acétique est très liquide, incolore ; il bout à 137°,5 quand il est privé d'eau, et dans ce cas sa densité est de 1073 comparée à celle de l'eau qui est 1000. Si, au contraire, il contient 1 équivalent d'eau, sa densité n'est plus que 1063, et il bout à 120°. L'acide acétique se solidifie au-dessous de 16° centigrades.

Tout le monde connaît les nombreux usages de l'acide acétique étendu d'eau et employé sous le nom de *vinaigre* ; l'acide acétique plus concentré en a de non moins importants dans les arts chimiques et l'industrie. Nous ne nous y arrêterons pas.

Nous sommes loin, sans doute, d'avoir exposé tout ce qu'il y aurait à dire sur l'alcool considéré au point de vue chimique : les objets multipliés pour lesquels on emploie ce corps et la quantité prodigieuse de dérivés auxquels il donne naissance, soit par l'action des acides, soit par voie indirecte, nous conduiraient à écrire un véritable volume sur ce point, dont la portée en chimie scientifique ou industrielle n'est contestée de personne ; mais une semblable étude nous détournerait de notre véritable objet, dans lequel nous rentrons dès maintenant, en examinant une des questions

les plus curieuses qui se soient jamais soulevées à propos de l'alcool, celle de l'alcool artificiel ou de toutes pièces.

De l'alcool de toutes pièces ou artificiel, considéré comme un carbure d'hydrogène dont la formule serait C^4H^4, 2HO.

La formule indiquée par les auteurs pour l'alcool est celle que nous avons donnée avec eux : $C^4H^6O^2$; nous croyons devoir la repousser par les raisons que nous allons déduire et y substituer celle plus rationnelle et plus conforme aux faits, de C^4H^4,2HO, laquelle représente un gaz *hydrogène bicarboné* : C^4H^4, plus 2 équivalents d'eau : 2HO.

Et nous nommons l'alcool un *bicarbure d'hydrogène* BIHYDRATÉ, au grand scandale de certaines gens qui, probablement, en parlent sans jamais l'avoir sérieusement étudié.

Si l'on réfléchit avec soin aux faits que nous avons indiqués par rapport à l'*éther* et à l'*hydrogène bicarboné* qui résultent de la *déshydratation* de l'*alcool* en présence de l'acide sulfurique concentré et à une haute température, on n'aura pas de peine à admettre la vérité des corollaires suivants :

1° L'alcool représenté par une formule chimique quelconque perd 1 équivalent d'eau à la température de 140°, en présence de l'acide sulfurique *monohydraté*, et devient de l'éther C^4H^5O, ou mieux, C^4H^4HO.

2° Ce même alcool, en présence du même acide, à

165° de température, perd toute son eau et se change en gaz hydrogène bicarboné C^4H^4.

Il résulte de ceci que la décomposition de l'alcool sous l'influence de la chaleur, et en présence de l'action *catalytique* d'un acide énergique, prouve péremptoirement que les deux équivalents d'hydrogène et d'oxygène reconnus dans l'alcool sont simplement des *éléments d'hydratation*. Si le contraire existait, si les deux équivalents d'oxygène annoncés par la formule $C^4H^6O^2$ n'étaient pas, comme nous venons de le dire, des éléments d'hydratation combinés avec les deux équivalents d'hydrogène en excès, comment expliquerait-on la *désoxygénation* qui conduit à l'éther et à l'hydrogène bicarboné? Comment rendrait-on compte de la perte des deux proportions d'hydrogène? On sent aisément la fausseté de toutes les allégations que l'on pourrait apporter pour défendre une semblable prétention. Le dédoublement de l'alcool plaide donc en faveur de notre opinion et la justifie sous tous les rapports, quoiqu'on n'explique encore que d'une manière très incomplète les mystérieuses actions de présence exercées par certains corps. En tous cas, le résultat est là, et nous le consignons dans le tableau suivant, qui résume ce que l'on peut dire à cet égard :

$C^4H^4,2HO$, alcool absolu ou bihydrate de bicarbure d'hydrogène.
C^4H^4,HO, éther hydrique ou monohydraté de bicarbure d'hydrogène.
C^4H^4, bicarbure d'hydrogène anhydre.

La synthèse donnerait-elle des résultats analogues, également concluants? C'est une question sur laquelle

nous n'osons pas encore nous prononcer, bien que plusieurs expériences nous aient déjà affranchi à ce sujet d'un grand nombre de doutes. Nous hésitons cependant encore, en présence de l'odeur détestable des produits obtenus; et quoique dans une dernière expérimentation, faite en juin 1854, nous ayons pu avoir un liquide incolore, très fluide, présentant la plupart des réactions de l'alcool et offrant la même densité, nous ne nous faisons pas illusion, et nous attendrons du temps et de nouvelles expériences une confirmation plus entière de notre manière de voir. Si nous avons soulevé cette question, c'est qu'elle nous paraît capitale en face des besoins de la consommation industrielle, et il nous semble qu'un des plus grands services que l'on puisse rendre aujourd'hui, serait la production de l'*alcool artificiel*. Le point de départ de toute recherche rationnelle est le problème suivant que nous posons nettement, afin d'engager les chercheurs, nos émules, au travail. Nous serions heureux, bien heureux, de réussir; mais, nous le déclarons franchement, ce serait sans aucun sentiment d'envie que nous nous verrions devancé par un jeune travailleur animé du désir d'être utile. A tous ceux dont ce noble désir est la touche sensible, nous disons de tout notre cœur : Hâtez-vous, cherchons tous le vrai progrès; mais cherchons-le par le chemin de la raison, par la voie de l'applicable.

Voici donc le véritable état de la question :

« *Chercher un moyen économique permettant de combiner* A L'ÉTAT NAISSANT *le gaz hydrogène bicarboné avec 2 équivalents d'eau.* »

Il ne faut guère songer à opérer cette combinaison d'une manière directe ; mais on a plus de chances de réussite par l'*oxyde de carbone* CO, ou l'*acide carbonique* CO^2, que l'on peut unir à l'*hydrogène* H, en faisant absorber l'oxygène en excès par un corps avide de ce métalloïde, et faisant arriver en outre 1 équivalent de vapeur d'eau HO, dans le récipient. Chacun peut modifier à son gré cette idée et essayer diverses manières d'obtenir une combinaison si désirable, qui décuplerait la richesse publique en même temps qu'elle ajouterait un riche et brillant fleuron à la couronne scientifique de la France. Pour nous, nous croyons avoir accompli un devoir en exposant notre pensée au sujet de l'alcool artificiel, dans la fabrication duquel nous ne voyons plus que des difficultés d'exécution ; et nous complétons les quelques lignes qui précèdent par l'affirmation positive que toute recherche suivie avec persévérance conduit nécessairement au succès. La production de l'alcool de toutes pièces, la fixation de l'équivalent d'eau nécessaire pour transformer la fécule en sucre de canne, la recherche des bases organiques artificielles, sont des objets du plus haut intérêt et dignes de l'étude des jeunes intelligences qui composent la génération actuelle. Être utile, faire le bien, et travailler aux progrès et à l'amélioration de son pays, tant au moral qu'au matériel, est une noble tâche à laquelle tous doivent aspirer. Mais il convient maintenant que nous nous occupions de la transformation en glucose des matières alcoolisables, et cette étude fera l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE III.

Saccharification et Macération.

A moins que l'on n'opère sur du *glucose*, lequel est seul susceptible d'alcoolisation immédiate, il est indispensable de transformer en *sucre incristallisable* toutes les matières que l'on destine à la production de l'alcool ; c'est à cette transformation que nous donnons le nom de *saccharification.*

Le *sucre de canne* lui-même n'est pas apte à se dédoubler en alcool et en acide carbonique, s'il n'a pas été d'abord changé en *glucose.* La *cellulose*, la *pectosine*, les *fécules*, les *gommes*, sont dans les mêmes conditions ; en sorte que l'on peut exprimer cette nécessité en disant d'une manière générale, qu'avant de songer à faire de l'alcool, il faut *s'occuper de produire du sucre.*

Vers le printemps dernier il se passa un fait assez singulier que nous crûmes devoir constater dans notre travail sur l'alcoolisation de la betterave, et qui prouve d'une manière péremptoire combien il est indispensable de se rendre un compte exact des applications de ce principe, si l'on ne veut s'exposer à se ridiculiser d'une part, de l'autre à mettre au jour des inconséquences qui doivent apporter dans la pratique des regrets et des mécomptes. Ce qui nous a le plus étonné, c'est de voir un journal sérieux, rédigé par un savant dont le mérite n'est plus contestable, partager lui-même les erreurs que l'on a faites à cette

époque au sujet de l'*asphodèle*. Voici ce que nous en disions alors :

« Nous avions fait une analyse sérieuse de l'*asphodèle rameux*, et cette opération nous avait démontré que l'*asphodèle* ne contient *ni sucre cristallisable*, *ni glucose*, *ni fécule*, *ni gomme*, *ni mannite*, *ni inuline en quantité* appréciable. Grande fut notre surprise quand, sur la foi de MM. Lucet et Griseri, les journaux scientifiques annoncèrent que l'asphodèle donnait des quantités considérables d'alcool. Ne sachant à quoi attribuer ce résultat vrai ou prétendu, nous gardâmes le silence, et nous reprîmes notre analyse, en modifiant nos opérations de dix manières différentes.

» Voici ce que nous avons constaté :

» On doit admettre, en principe, que le *glucose* seul fournit les éléments de l'alcool, mais ce principe dérive de la *cellulose* de la façon la plus absolue. Pour que la cellulose se transforme en glucose, il n'est pas nécessaire qu'elle soit à l'état parfait, ni même transformée en *sucre*, *gomme*, *inuline*, etc.; il suffit qu'elle soit à l'état rudimentaire ou mucilagineux.

» Il y a une forme particulière de la *cellulose* que nous nommerions volontiers *pectosine*, laquelle ne démontre aucun principe sucré à son état normal, mais qui se change facilement en glucose sous l'influence des acides minéraux affaiblis. C'est ce principe, cette *pectosine*, qui a fait prendre le change à propos de l'asphodèle, et nous sommes convaincu de l'exactitude de nos résultats de l'année dernière.

» La *pectosine* existe abondamment dans un très

grand nombre de plantes sur lesquelles nous avons fait de nombreuses expériences d'alcoolisation, et dont nous citons les principales :

» TOPINAMBOUR, contient : *pectosine*, *glucose*, *sucre*, *fécule*.

» ASPHODÈLE, — *pectosine*.

» LIS BLANC, — *pectosine*, *glucose*, *fécule*.

» DAHLIA, — *pectosine*, *glucose*, *un peu de fécule*.

» On peut juger par ces quatre exemples de la grande quantité de plantes dont on peut extraire de l'alcool.

» Mais *la pectosine ne devient fermentescible que sous l'influence des acides ;* nous le répétons, parce que c'est là la base vraie des recherches que l'on serait tenté de faire.

» La *pectosine*, ou ce que nous nommons ainsi, n'est que la *cellulose à l'état rudimentaire ou mucilagineux*, et, dans ses qualités physiques ou chimiques, elle ne diffère de la pectose que par la propriété de devenir fermentescible par l'acidulation.

» Nous terminons cette observation par la transcription d'une note relative à l'asphodèle, au sujet d'une de nos expériences.

28 novembre 1853.

» Expérience d'alcoolisation sur l'asphodèle rameux (*Asphodelus ramosus*).

» Nous avons pris 500 grammes de tubercules à

l'état frais, et nous les avons réduits en pulpe par l'action de la râpe.

» Macération de la pulpe dans un litre d'eau ordinaire.

29 novembre.

» Nous exprimons le produit à travers un linge serré et nous le partageons en deux parties égales placées dans deux ballons à fond plat.

» Ballon n° 1, addition de levûre de bière, quantité suffisante.

» Ballon n° 2, addition d'acide sulfurique, environ 1,5 0/0, ébullition pendant une heure. Neutralisation de l'acide par la craie, filtration. — Addition de levûre.

30 novembre.

» Ballon n° 1. Passe franchement à la pourriture.

» Ballon n° 2. Fermentation alcoolique bien nette ; une *allume* de papier s'éteint avant d'avoir franchi le col.

2 décembre.

» Ballon n° 1. Nous jetons le liquide, devenu complétement infect.

» Ballon n° 2. Distillation. — Nous donne pour résultat de l'eau-de-vie faible, que le calcul nous démontre dans des conditions de bonne application industrielle.

» Si nous avons cru devoir rapporter cette expérience, c'est que nous désirons vivement que les ex-

périmentateurs ne se fourvoient pas en s'empressant de proclamer *comme acquis* des faits *mal observés*, dont une expérience ultérieure doit démontrer la fausseté. »

Ce fait, que nous donnons comme caractéristique, est une preuve de plus du grand nombre d'erreurs que l'on peut commettre quand on se lance, sur la foi d'autrui, dans des appréciations à longue vue sur des faits naturels que l'on n'a jamais eu ni l'occasion ni le courage d'observer.

De tous les savants ou gens se disant tels, qui se sont vivement occupés de l'asphodèle, pas un peut-être (à l'exception de l'honorable M. Clerget, à qui nous avons dédié cet ouvrage autant par estime que par respect et vénération pour d'utiles et modestes travaux), pas un, nous le répétons, n'a su comprendre, au moins d'une manière pratique, la *pierre de touche de l'alcoolisation*.

Bon Dieu ! messieurs, vous avez beau dire, vos froides et pâles discussions ont beau être consignées dans un aride procès-verbal, vous avez tout le temps nécessaire pour calculer la marche des comètes, prédire le retour exact des éclipses de soleil ou de lune, trouver dans des espaces infinis des planètes nouvelles, en inventer au besoin ; votre temps n'est pas si précieux, et vous pouvez le consacrer à ces futilités ; mais quand il s'agit de vous fatiguer à des recherches applicables, quand il faudrait trouver des moyens positifs de vous rendre utiles, vous n'existez plus et l'on ne peut songer à vous que pour les *fariboles* de la science !

Aussi n'est-ce pas dans les rapports ni dans les trop vastes comptes-rendus, que nous cherchons la vérité, toutes fois pourtant qu'elle n'a pas besoin d'appeler les y et les x à son aide; la vérité de tout le monde ne gît pas là, et c'est à peine si l'on y rencontre la vérité de quelques *initiés* qui ne se comprennent pas eux-mêmes.

Ce fut un véritable *hourrah!* en haut lieu scientifique quand apparut la monstruosité de MM. *Lucet* et *Griseri;* on ne s'aperçut même pas qu'on faisait les honneurs de l'apothéose à un *absurde blasphème*.

Il est vrai que les discussions de ces messieurs ne représentent pas l'expérimentation d'une heure, à moins qu'ils ne fassent des observations philosophiques.

Nous ne parlons pas des exceptions, et cependant un de nos amis nous disait qu'elles sont nombreuses. Dieu le veuille! Quoique à cet égard nous soyons fort aise de mettre sous les yeux du lecteur une petite anecdote qui n'a pas encore paru dans les *journaux*, *romans* ou *feuilletons*, et dont nous pouvons garantir l'authenticité :

Un jeune travailleur se présente un matin chez un de ces hauts *barons* de la science et lui déroule, en quelques mots, un vaste plan de science pratique qui ne tendait à rien moins qu'à renverser les bases de cette vieille routine, à l'un des auteurs de laquelle il s'adressait *malheureusement*.

C'était une véritable infortune!

Il manquait au chercheur quelques appareils pour

arriver à la réalisation d'un des rêves les plus hardis qu'ait pu concevoir l'intelligence humaine : ils étaient là, n'ayant rien à faire chez le grand seigneur scientifique. Mais le travailleur ne les demandait pas même *gratis;* il offrait à son *protecteur en expectative moitié de gloire et d'honneur... moitié surtout d'avantages et de bénéfices!*

Et cet homme répondit : MONSIEUR, QUAND ON NE PEUT PLUS MARCHER, ON S'ARRÊTE !

Et l'homme qui fit cette réponse impertinente et peu digne de sa position, de son nom, de ses travaux vrais ou prétendus, cet homme, autrefois pauvre enfant du peuple, n'a dû son avenir qu'à *un puissant de vieille roche*, qui le prit par la main, lui aida, le poussa, le prôna et parvint à en faire ce qu'il est aujourd'hui. Nous ne l'avons pas nommé, lecteurs, par respect pour nous-même, par respect peut-être pour les exceptions dont on nous a parlé ; mais notre but, en vous faisant ce récit, qui est loin d'être déplacé dans notre travail, est de faire comprendre à tous la différence énorme qu'il y a entre les gens de *pratique* et les hommes de *formule*. Revenons maintenant, après cette digression, à la question importante pour nous, celle de la *saccharification des matières alcoolisables;* et d'abord, posons les principes qui doivent nous diriger dans cette opération.

Nous avons parlé, vaguement, il est vrai, mais pourtant d'une manière compréhensible, de cette mystérieuse action qu'exercent les *acides* sur les matières *hydrocarbonées*, qui ne sont point encore du

sucre fermentescible. Répétons brièvement ce que nous en avons dit, tout en le complétant, en nous souvenant toujours que les théories n'obtiennent de vrai mérite que lorsqu'elles sont basées sur l'observation de la nature, et qu'elles tendent à sa parfaite imitation. Nous avons dit, dans le chapitre précédent, que l'*acide malique* réagit sur la *cellulose des fruits* de manière à produire à un temps donné un sucre alcoolisable. Ajoutons que cette action doit être aidée par une certaine chaleur atmosphérique, et par la présence de l'eau de végétation des fruits eux-mêmes. On est facilement amené à cette observation quand on considère que les fruits *durs*, *cassants*, peu *aqueux*, sont ceux qui se conservent le plus longtemps sans passer à la fermentation alcoolique ou au *blessissage;* c'est parmi ces fruits que se trouvent tous ceux que l'on a nommés *fruits à cuire:* c'est qu'en effet la haute température à laquelle on les soumet exalte l'action de leur *acide*, leur fournit de l'eau, et donne en peu d'instants une matière sucrée, que l'on eût vainement attendue pendant des semaines entières.

Tout est compensation, et si l'on remplace artificiellement par une température donnée, moyenne, cette haute température, d'une part, ou bien l'action continue des acides organiques sous l'influence de beaucoup d'eau, et d'une température modérée, par une quantité expérimentale d'eau et par l'action d'acides plus énergiques, il arrivera infailliblement que les résultats naturels se reproduiront dans nos laboratoires et nos usines.

Voici donc quels sont les principes fondamentaux de la saccharification :

1° Les *acides minéraux concentrés* ont la propriété de transformer en sucre la plupart des matières organiques *hydro-carbonées*, à toute température.

2° Les *mêmes acides affaiblis*, ou *étendus d'une grande quantité d'eau* (dans la proportion de 2 à 3 d'acide pour 100 d'eau), possèdent la même propriété, à condition pourtant que la température soit élevée jusqu'à l'ébullition, à moins qu'on ne laisse en contact pendant un temps assez long.

3° La plupart des *acides organiques* présentent une propriété analogue.

Ces données posées, il est possible à toute homme sérieux d'opérer à son gré la saccharification ou transformation d'une matière organique *hydro-carbonée en sucre de fruits;* ce n'est ici qu'une imitation de ce que fait tous les jours la nature dans la maturation des fruits, en la manière que nous avons déjà définie. En effet :

1° Le *sucre de canne* se convertit en sucre de fruits et gagne *un* équivalent d'eau, sous l'action des acides étendus d'eau. On doit remarquer que, dans ce cas, les acides concentrés sont trop énergiques et transforment le plus souvent le sucre de canne en *acide oxalique*.

2° Les *fécules*, lesquelles ne sont, d'après nous, que de la *cellulose* parvenue à un état spécial d'agrégation moléculaire, se transforment en glucose par les mêmes acides affaiblis, à la température de 100°. La même

action se produit sur les fécules quand on les mélange à 2 pour 100 de *diastase* au plus, et 1/2 pour 1000 au *minimum*, ou bien encore 15 pour 100 d'orge germée, qui contient environ 1/27 de diastase.

Il ne faut pas croire que dans l'action diastatique l'élément *azoté* produise seul le résultat dont nous parlons ; l'élément *acide*, quelle que soit sa nature ou son origine, vient aussi apporter son contingent de force ou d'action. Nous ne croyons pas qu'il soit possible d'analyser l'orge germée, par exemple, sans y découvrir une proportion notable de différents acides autres que l'acide *acétique* (lequel n'agit pas sur les fécules), et l'on ne saurait dire, dans l'état actuel de la science, si ces acides n'ont pas autant d'influence sur la saccharification que la matière albuminoïde transformée en diastase.

3° Toute espèce de matière CELLULOSIQUE (afin de ne pas dire *celluleuse*) se transforme également en *sucre-glucose* par l'action des acides concentrés ; mais ici l'influence des acides organiques exige un temps bien plus long pour donner des résultats analogues.

4° Les acides minéraux affaiblis produisent sur ces substances le même effet à la température de l'ébullition soutenue.

Nous allons maintenant étudier dans ses détails la question de transformation en prenant pour exemple les substances capitales de chacun des groupes dont nous aurons à nous occuper.

A. *Transformation en glucose du sucre de canne* $C^{12}H^{10}O^{10},HO$. Le *sucre de canne* ne paraît pas sus-

ceptible de se dédoubler en alcool et acide carbonique tant qu'il n'a pas été changé en glucose par la fixation d'un équivalent d'eau.

Sa formule est :

Carbone.........	12	équivalents.
Hydrogène.......	10	—
Oxygène.	10	—
Eau............	1	—

Il doit devenir :

Carbone.........	12	équivalents.
Hydrogène.......	11	—
Oxygène.........	11	—
Eau............	1	—

Et, dans ce dernier cas, il est apte à subir la fermentation ; mais avant d'indiquer les moyens à l'aide desquels on le transforme, disons un mot d'une question qui a agité longtemps et qui agite encore le monde des chimistes. Nous voulons parler de la fabrication artificielle du sucre de canne *cristallisable*, à l'aide du glucose *incristallisable*, qu'il est si facile de se procurer économiquement.

On a pensé que :

1° Si l'on pouvait *hydrater* la fécule en la combinant chimiquement à *un* équivalent d'eau, elle atteindrait les proportions du sucre de canne en devenant : $C^{12}H^{11}O^{11}$ (ou $C^{12}H^{10}O^{10},HO$) au lieu de $C^{12}H^{10}O^{10}$ (ou $C^{12}H^{9}O^{9},HO$) ;

2° Par contre, s'il était possible d'enlever au glucose $C^{12}H^{12}O^{12}$ un équivalent d'eau, il pourrait présenter le même résultat.

Plusieurs se sont mis à l'œuvre, mais aucun, jusqu'à présent, n'a pu résoudre le problème. Nous ne l'avons rapporté, d'ailleurs, qu'afin de faire voir les nombreuses applications de la chimie à l'industrie, et surtout comment la marche *déductive* de l'intelligence humaine peut conduire d'un principe donné aux plus vastes conséquences.

Pour opérer le changement du sucre de canne en glucose on peut opter entre deux méthodes : la première consiste à faire subir au sucre, pendant un certain temps, l'action de la chaleur ; la seconde repose sur l'acidulation.

1° *Action de la chaleur.* — En portant le sucre de canne, dissous dans quatre fois son poids d'eau, à la température de l'ébullition et en le maintenant à ce degré de chaleur pendant cinq ou six heures, il perd la propriété de *cristalliser* et devient $C^{12}H^{12}O^{12}$ par l'addition chimique à ses éléments d'un équivalent d'eau. Il peut alors subir directement l'action des *ferments* et donner de l'alcool.

On obtient un effet extrêmement analogue si l'on tient, pendant deux heures, ce même sucre *fondu* à la température de 180 degrés centigrades. En ce cas, il suffit de l'étendre d'eau dans la proportion que nous indiquerons plus loin, pour le rendre susceptible de fermenter d'une manière convenable.

Si l'on cherche attentivement la raison de ce changement survenu sous l'action de la chaleur, on comprendra aisément qu'à la température de l'ébullition la combinaison chimique d'un équivalent d'*eau* a pu

e faire facilement en présence de ce liquide. Dans le second cas, où l'on n'agit que sur du sucre *fondu* et non dissous, l'explication du fait est encore loin de présenter une difficulté sérieuse.

Ainsi, admettons que le sucre de canne fond à 160° et que nous élevions la température de 20° seulement, il surviendra un changement moléculaire tel que le sucre ne sera plus cristallisable. Mais comment aura-t-il gagné un équivalent d'eau qui lui manquait? On n'a pas encore indiqué de ce fait une explication plausible. Quant à nous, nous pensons qu'il y a formation d'un acide particulier sous l'influence duquel il se produit une comburation d'une portion du carbone, et l'on obtient le même résultat que les acides produisent sur les matières féculentes.

On pourrait encore admettre que la chaleur seule est susceptible de transformer le sucre, mais on serait en présence d'objections assez graves qui ne laisseraient guère de probabilités à cette assertion. Cependant, on peut encore admettre qu'à 180° le sucre devient du glucose $C^{12}H^{12}O^{12}$, et qu'à 210 ou 220° il perd les deux équivalents d'eau qu'il a gagnés pour se changer en *caramel* $C^{12}H^{9}O^{9}$.

2° *Action des acides.* — Tous les acides minéraux, et le plus grand nombre des acides végétaux ou organiques, ont la propriété de changer le sucre de canne en sucre incristallisable auquel on peut accorder les mêmes propriétés qu'au sucre de fruit. Cette transformation a lieu en vertu d'une action *catalytique* ou de présence, dont la cause et le mode sont encore

à peu près inconnus; nous en citerons quelques exemples.

1° Si l'on fait tomber de l'alcool goutte à goutte sur du *noir de platine*, il y a formation immédiate d'acide acétique sans que le métal soit altéré.

2° Si l'on chauffe à 140° un mélange d'alcool et d'acide sulfurique concentré, il se produit de l'éther hydrique par la perte d'un équivalent d'eau que subit l'alcool sans qu'il y ait aucun changement survenu dans l'acide, lequel peut servir à *éthériser* de grandes quantités d'alcool, pourvu que l'on fasse arriver ce liquide au contact de l'acide sulfurique d'une manière continue.

3° Le *chlorate de potasse* ne se décompose que vers 180° lorsqu'on le chauffe seul; mais si on le mélange avec du *bioxyde de manganèse*, la décomposition a lieu beaucoup plus tôt, quoique ce dernier corps reste sans altération.

4° Les matières albuminoïdes qui ont la propriété de changer le glucose en alcool, ne le font qu'en vertu de la même action mystérieuse et n'éprouvent elles-mêmes, en général, aucun changement.

Sans multiplier les exemples de ce genre, et ils sont très nombreux, disons que l'influence des acides sur le sucre de canne est considérée, par la plupart des chimistes, comme devant être rapportée au même ordre de phénomènes. Nous avons déjà dit que nous ne partageons pas complétement cette manière de voir, et bien que les acides se retrouvent intacts dans le liquide sucré transformé, nous pensons qu'ils dé-

truisent une partie du carbone du sucre et des matières *hydrocarbonées*, ce qui augmente la proportion relative de l'eau et détermine la formation de glucose.

En résumé, voici ce qu'il faut faire pour transformer le sucre par les acides et produire le phénomène que l'on a appelé *inversion*.

On fait dissoudre le sucre de canne dans quatre fois environ son poids d'eau à laquelle on a ajouté de l'acide sulfurique à 66° dans la proportion des deux centièmes du poids du sucre. Ce mélange, porté à l'ébullition et maintenu à cette température pendant une heure ou une heure et demie, ne contient plus que du glucose ou sucre fermentescible.

Quoique la proportion d'acide employée ne soit pas extrêmement considérable, elle suffirait cependant, comme nous le verrons plus loin, pour empêcher ou retarder la fermentation. D'ailleurs, les appareils métalliques dont on se sert pour la distillation seraient bientôt percés et détruits par l'action corrosive de l'acide sulfurique. Quand donc le mélange est à demi refroidi, on y verse *peu à peu* et en *agitant* de la *craie en poudre* ou de la *pierre à chaux pulvérisée*, dans la proportion de 1$^{kil.}$,250 grammes par kilogramme d'acide employé. En tout cas, on a pour régulateur, dans cette opération, que l'on appelle *neutralisation*, le papier bleu de tournesol, qui ne doit plus passer au rouge quand on le trempe dans le liquide. On dit alors que l'acide est *neutralisé* ou saturé par le carbonate de chaux. On peut s'arrêter et

cesser d'ajouter de la craie ou de la pierre à chaux, lorsque le papier ne prend plus qu'une très légère teinte *lie de vin.*

Nous avons dit qu'il fallait opérer peu à peu et en agitant, par la raison que l'acide sulfurique chassant l'acide carbonique, CO^2, de sa combinaison avec la chaux (sous forme de carbonate CaO,CO^2) pour produire un sulfate de chaux (CaO,SO^3,HO), l'acide carbonique se dégage avec bouillonnement et produit une effervescence qui ferait monter le liquide et exposerait à en perdre.

Quand la saturation est terminée, on laisse reposer la liqueur pendant douze heures, et l'on *tire à clair* à l'aide d'un robinet ou d'un siphon, ou par simple *décantation.* On étendra d'eau le sirop obtenu pour l'amener au degré convenable de densité pour une bonne fermentation.

La transformation du sucre en glucose a lieu également à froid, en présence des acides minéraux, mais alors l'opération est beaucoup plus longue.

On doit éviter avec beaucoup de soin de se servir, pour neutraliser les acides, de la chaux éteinte, en excès, qui forme avec le sucre une combinaison, très soluble à froid, nommée *sucrate* ou *saccharate de chaux.* Cette combinaison, en faisant perdre une partie du résultat, conduirait à des indications erronées. Il est vrai de dire que par la précaution, indiquée plus haut, de ne pas neutraliser entièrement l'acide, on peut éviter cet inconvénient, qui cause tous les ans des pertes considérables dans les fabri-

ques de sucre, dans l'opération de la *défécation.*

Une méthode excellente, pour traiter tous les jus des plantes qui renferment du sucre cristallisable, consiste à les porter à l'ébullition avec 1 ou 1 1/2 pour 100 d'acide sulfurique, et à maintenir cette température jusqu'à ce que *la preuve par la teinture d'iode* soit complète : nous allons en parler dans un instant. On neutralise, si on le juge nécessaire, mais cela n'est pas indispensable ici pour la fermentation. Les plantes qui contiennent de ce sucre en certaine quantité sont : 1° la *canne ;* 2° la *betterave ;* 3° le *maïs* (tiges) ; 4° le *sorgho ;* 5° le *navet;* 6° la *carotte;* 7° les *citrouilles*, *concombres*, *potirons* et *melons ;* 8° le *millet* et les *tiges de graminées ;* 9° le *bouleau* et l'*érable* (séve), etc.

On doit se contenter de porter et maintenir à l'ébullition pendant une heure et demie, sans addition d'acide, tous les jus de fruits qui sont déjà suffisamment accompagnés d'*acide malique* et d'autres acides organiques, tels que le *citrique*, le *tartrique* et l'*oxalique.* Il n'est pas besoin de les neutraliser. L'ébullition de ces jus a pour but la transformation du peu de fécule qui s'y trouve en suspension.

B. *Transformation de la fécule* (1) *en glucose.* —

---

(1) Nous ne pouvons passer sous silence les notions indispensables au sujet de la fécule, sur laquelle nous avons fait nous-même de nombreuses recherches depuis plus de six années.

La *fécule* (ou *amidon* ou *matière amylacée*), se compose de grains plus ou moins arrondis, de grandeur et d'apparence diverses, que

D'après tout ce qui vient d'être exposé sur les opérations qui conduisent à métamorphoser le sucre de canne en sucre de fruits acides, il est facile de passer à la transformation de la fécule et des plantes féculentes en matière sucrée de la même nature que le sucre de fruits. Il se présente encore pour cela deux manières de procéder, et, cette fois, l'action de la

---

l'on rencontre dans presque tout le tissu végétal, mais principalement dans les graines, les racines tuberculeuses et les oignons des *liliacées*. La fécule des céréales porte plus particulièrement le nom d'*amidon*, et l'on a réservé celui de fécule à la matière amylacée des pomme de terre. Le microscope nous fait voir les *cellules* du tissu végétal féculent remplies de grains ovoïdes, présentant un point central, une apparence de trou, qu'on a appelé *hile*, lequel est, en quelque sorte, le noyau du grain féculent, autour duquel des couches lamelleuses sont disposées d'une manière concentrique.

On avait émis sur la nature de la fécule bien des hypothèses; c'est M. Raspail qui en fit voir le premier la composition physique, et nous croyons devoir insister sur ce fait, par la simple raison que, malgré quelques erreurs dans ses observations, il n'a pas moins eu le mérite de tourner l'attention des savants vers cet objet intéressant.

Le grain entier de la fécule est composé de pellicules superposées, sans aucune trace de liquide, ni de matière gommeuse intérieure, contrairement à ce qu'avait cru Raspail.

Le plus grand diamètre des grains féculents varie de 2 millièmes à 2 dixièmes de millimètre : ceux de la pomme de terre ont 185 millièmes de millimètre.

Si l'on fait dessécher la fécule dans le vide, à 140 degrés, on trouvera en l'analysant qu'elle renferme les éléments de l'eau, plus du charbon dans les proportions que nous avons indiquées, page 34, et l'on pourra constater la facilité extrême avec laquelle ce corps absorbe l'eau de l'air humide. La fécule humide, récemment ex-

chaleur seule ne peut nous conduire à un résultat sérieux.

On *saccharifie* les fécules et les plantes féculentes par la *diastase* ou par les *acides*.

1° *Action de la diastase.* — Il a déjà été question précédemment de l'influence énergique de la *diastase* sur la fécule, en présence de la chaleur et de l'humi-

---

traite, connue sous le nom de *fécule verte*, retient de 40 à 45 pour 100 d'eau, et, *en général*, l'hydratation de la matière amylacée varie de 2 à 10 équivalents d'eau. La fécule commerciale contient en moyenne de 12 à 18 pour 100 de son poids d'eau, en sorte que 100 kilogrammes de cette substance ne représentent guère que 85 kilogrammes de matière réelle, sur laquelle on puisse compter. Quand on soumet la fécule desséchée à une chaleur de 180 à 200 degrés, elle prend une couleur jaunâtre et devient très soluble dans l'eau : on lui donne alors le nom de *dextrine*.

Les grains de fécule, placés dans l'eau (10 à 12 fois son poids), se gonflent et se divisent à partir de 56 degrés, au fur et à mesure qu'on approche de l'ébullition, à la température de laquelle tout l'amidon est changé en une masse tremblotante nommée *empois*. Tout le monde en connaît les usages pour l'apprêt des étoffes, etc.

Les acides sulfurique, chlorhydrique, azotique, etc., transforment la fécule en *empois*. Cette désagrégation se fait en plus ou moins de temps, selon la quantité d'acide contenue en solution dans l'eau : si l'acide n'entre dans le liquide que pour 1 à 2 pour 100, la fécule se change en *dextrine*, puis en sucre, à 100 degrés. Si au contraire, la liqueur contient de 0,15 à 0,20 ou moins d'acide, soit 15 à 20 pour 100, le changement a lieu d'une manière extrêmement prompte, même à froid. La dissolution aqueuse de soude et de potasse caustiques produit un effet semblable, même à la température ordinaire.

Le vinaigre, l'acide acétique et l'ammoniaque ne produisent rien sur la fécule.

L'iode dissous dans l'eau, ou l'alcool, se combine à l'amidon et

dité. Nous savons que lorsque les graines germent, les *matières albuminoïdes* qui avoisinent le germe se transforment, par un changement moléculaire, en un *ferment* très puissant qui a reçu le nom de *diastase*, et qui possède la propriété de changer la *fécule* en *glucose*.

Nous avons vu que dans la germination, cette *substance azotée* a pour fonction de déterminer la production du sucre réducteur de l'acide carbonique, et nous ne pouvons avoir mieux à faire que d'imiter la nature, de la manière la plus complète que nous le pourrons.

Les brasseurs de bière, dans les préparations qu'ils font subir à l'orge, ont pour but de produire, par la

---

forme un *iodure d'amidon*, d'une couleur bleue caractéristique. On peut, par ce moyen, déceler de très faibles quantités d'amidon, en sorte que l'iode est le meilleur réactif de la fécule, jusqu'au moment où elle est changée en dextrine: alors l'iode ne la colore plus; mais il colore l'empois et même l'eau qui a bouilli avec la fécule et qu'on a filtrée ensuite.

L'acide nitrique *fumant* se combine avec l'amidon et forme un azotate d'amidon, insoluble dans l'eau, qu'on a nommé *xyloïdine*. Le chlore et les hypochlorites brûlent la fécule et la décomposent en acide carbonique et en eau.

On extrait la fécule des pommes de terre en lavant leur pulpe râpée et en la faisant précipiter dans l'eau. L'amidon de la farine de blé s'extrait en laissant putréfier les eaux troubles obtenues par le lavage : au bout d'un certain temps, il ne reste plus que l'amidon, qu'on lave ensuite à grande eau et qu'on laisse précipiter. On sèche la fécule sur du plâtre qui absorbe une partie de l'eau, puis à l'étuve. *N. B.*

germination de cette céréale, une certaine quantité de ferment diastatique. La fécule de la graine se trouve changée en glucose, en tout ou en partie, et ce sucre, dissous dans l'eau par les autres opérations du brassage, donne lieu à la production de l'alcool. C'est cet alcool qui procure aux bières plus ou moins de force, et l'acide carbonique, qui se développe dans les bouteilles quand la fermentation n'est pas encore finie, produit la *mousse* que certaines personnes recherchent.

C'est par une opération analogue que nous obtiendrons la saccharification de la fécule, et l'orge germée sera l'agent transformateur que nous emploierons de préférence, bien que l'on rencontre la diastase dans la plupart des graines en germination, etc. Nous allons indiquer la marche à suivre pour arriver promptement au résultat cherché, après avoir donné toutefois le procédé d'extraction de la diastase et quelques explications sur la nature de cette substance.

Diastase: son extraction, ses propriétés. — La *diastase* est une matière blanche, sans forme déterminée, insoluble dans l'alcool absolu ou même concentré, mais très soluble dans l'eau. La dissolution de la diastase dans l'eau ne rougit pas le papier de tournesol bleu et ne bleuit pas le rouge, ainsi elle est *neutre*. Elle est de plus insipide, c'est-à-dire sans action sur l'organe du goût. La diastase n'a pas d'odeur quand elle est pure, et elle se conserve aisément quand on la place en lieu sec, mais elle passe vite à la pourriture sous l'influence de l'humidité.

Pour la préparer, on emploie l'orge germée (1) réduite en farine, que l'on appelle communément *malt*, et on la fait digérer pendant cinq heures dans six fois son poids d'eau à 25 degrés centigrades. On exprime alors le tout dans un linge fin et fort et on filtre la liqueur obtenue. Il faut ensuite porter ce liquide à une température de 70 à 75 degrés, laquelle est sans action sur la *diastase*, mais qui sépare, par la coagulation, une sorte de matière albumineuse. On filtre encore et on laisse refroidir la liqueur ; il faut alors y verser de l'alcool absolu tant qu'il se précipite une matière floconneuse qui est la diastase. On sépare cette substance à l'aide du filtre, et si on veut l'obtenir très pure, on la redissout dans l'eau distillée, on filtre et l'on précipite de nouveau par l'alcool pur, puis on sépare par la filtration et l'on fait sécher.

Il faut avoir soin ne pas élever la température au-dessus de 75 degrés lorsqu'on fait sécher la diastase,

---

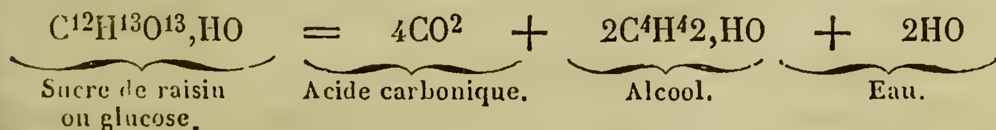
(1) Pour faire germer l'orge, on la mouille pendant quelques heures dans une certaine quantité d'eau, jusqu'à ce que le grain gonfle ; on l'étend ensuite en couche assez épaisse dans un *germoir* chauffé à la température de 15 à 20 degrés. Aussitôt que le germe est sorti de la longueur du grain, on arrête la germination du grain en le transportant dans une étuve, où on le fait sécher à une chaleur constante de 55 degrés environ. Les brasseurs donnent à leur *séchoir* le nom de *touraille*. Il ne s'agit plus alors que de faire moudre le grain à la manière ordinaire, quoique l'orge destinée aux brasseries ne soit que moulue assez grossièrement ou seulement concassée. Nous pensons que c'est une mauvaise méthode et qu'il vaut mieux la réduire complétement en farine. *N. B.*

par la raison qu'elle est altérée par une chaleur plus considérable, et qu'après avoir éprouvé une température de 100 degrés, elle perd complétement sa propriété d'agir sur la fécule.

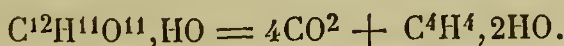
La diastase convertit d'abord la fécule en une matière soluble dans l'eau, à laquelle on a donné le nom de *dextrine*, puis si l'action se prolonge, cette dextrine elle-même se transforme en sucre fermentescible, analogue au sucre de raisin, dont la formule est $C^{12}H^{14}O^{14}$ ou $C^{12}H^{13}O^{13},HO$.

C'est à ce sucre que l'on a donné, à proprement parler, le nom de *glucose*, et bien que nous employions indistinctement cette expression pour désigner le sucre des fruits acides, $C^{12}H^{11}O^{11},HO$, produit par les seules actions de la vie végétale ; il n'en est pas moins vrai qu'au point de vue du langage exact, c'est faire une certaine confusion. Nous l'expliquons par la propriété commune à ces deux sucres ($C^{12}H^{11}O^{11},HO$ et $C^{12}H^{13}O^{13},HO$), de pouvoir se dédoubler en alcool et acide carbonique sans autre changement.

En tous cas, dans la fermentation alcoolique du glucose proprement dit ou du sucre de raisin, il se produit un équivalent d'eau, et l'on a la réaction :



au lieu de celle :



que donne le sucre des fruits acides.

Revenons à la *diastase* dont l'action est si puissante sur l'amidon ou fécule, que un demi-gramme de diastase peut changer en dextrine et en sucre 1 kilogramme de matière amylacée. C'est là, ainsi qu'on le pressent déjà, encore une de ces mystérieuses actions de *présence* ou de *contact*, dont nous avons déjà dit un mot précédemment.

Pour obtenir le même effet par l'acidulation, il faudrait 15 grammes d'acide sulfurique, soit 1 1/2 pour 100, pendant que la diastase agit suffisamment dans la proportion d'un demi-millième.

La *diastase* produit la saccharification à toutes les températures comprises entre 12 degrés au-dessous de zéro et 75 au-dessus. Mais c'est entre 65 et 75 degrés, soit à 70 degrés que ses effets sont le plus énergiques et s'obtiennent avec la plus grande rapidité.

Une chose bien digne de remarque, et qui prouve la suprême sagesse avec laquelle sont coordonnées les choses naturelles, c'est que bien que la *cellulose* ait les mêmes éléments chimiques et dans les mêmes proportions que la fécule, la diastase n'exerce pas sur elle son *pouvoir saccharifiant*. Le sucre de canne est également réfractaire à cette puissante action.

Voyons maintenant quelle est la méthode la plus sage et la plus pratique pour obtenir la transformation de la fécule en glucose.

Nous prenons pour chiffre donné 100 kilogrammes de fécule ; il nous faudra pour opérer la saccharification de cette quantité, environ 15 kilogrammes d'orge germée, moulue, et nous calculerons notre

produit en glucose sur 110 kilogrammes de fécule. Nous avons une chaudière dont le fond est à double enveloppe ; dans l'intervalle qui sépare les deux fonds, un tuyau amène la vapeur d'un bouilleur, que l'on règle à l'aide d'un robinet. Notre saccharificateur, représenté dans la planche III, satisfait à toutes les conditions que l'on peut exiger tout en réalisant une notable économie et permettant de supprimer le *bouilleur*. Nous en donnons plus loin la description.

Nous versons dans la chaudière 400 litres d'eau dans laquelle nous délayons les 15 kilogrammes de farine d'orge germée, puis, faisant arriver la vapeur dans le double fond où elle circule, nous amenons le liquide à 70°, ce dont nous nous assurons à l'aide du thermomètre. Il faut alors y délayer la fécule, par portion, et l'on a soin de n'en ajouter de nouvelle qu'au fur et à mesure que la quantité précédente est liquéfiée.

Comme nous avons vu que le meilleur *réactif* de la fécule est la *teinture d'iode*, nous avons soin de nous assurer, de temps à autre, si la fécule est détruite en versant dans une capsule quelques gouttes de la liqueur et en laissant refroidir. Une goutte ou deux de teinture d'iode mélangée au liquide lui donne une couleur bleue dans le cas où la transformation n'est pas accomplie ; dans le cas contraire, il n'y a pas de changement de coloration.

Nous maintenons à la même température pendant quatre heures environ et, après ce temps, la saccharification est terminée. Il faut alors transporter la

solution sucrée dans la cuve à fermentation, et l'on recommence une autre opération. Nous croyons qu'il est beaucoup préférable de se servir de l'*appareil à filtration* que nous avons fait dessiner (pl. III) et dont les avantages sont incontestables.

En effet, par la filtration, la liqueur est débarrassée de tous les débris de cellulose et de toutes les matières albumineuses qui donneraient à l'alcool un mauvais goût. Nous y reviendrons tout à l'heure.

Si l'on avait à opérer la saccharification des plantes féculentes en nature, des pommes de terre, par exemple, on se comporterait de la même façon après les avoir fait cuire à la vapeur et les avoir écrasées et réduites en bouillie par l'addition de l'eau. Seulement, ici, la quantité d'orge germée à employer se calcule sur le chiffre de la fécule contenue dans les tubercules. Ainsi, les pommes de terre contenant environ 22 p. 100 de fécule, 100 kilogrammes de ces racines exigent 3 kilogrammes 500 grammes environ de *malt*. On pourrait également agir sur la pulpe râpée.

Examinons à présent quels peuvent être les avantages de *la cuve à saccharifier* ou du *saccharificateur* auquel nous avons donné notre nom pour le distinguer des autres appareils de ce genre.

Saccharificateur-Basset.

Notre appareil de saccharification se compose essentiellement d'une *cuve de bois* A à double fond, dont les planches doivent avoir au moins $0^m,045$ à $0^m,08$ d'épaisseur. Cette cuve entre par le tiers inférieur de

sa hauteur dans une *chaudière* de cuivre ou en fer B disposée de la manière que nous allons dire tout à l'heure; toute la portion de la cuve de bois qui pénètre dans la chaudière est doublée solidement de tôle galvanisée ou de cuivre. Le haut de la cuve supporte, à l'aide de tenons et crampons de fer, ou tout simplement de traverses de bois, un *agitateur* à quatre ailes A, auquel on communique un mouvement continu pendant la saccharification. Ce mouvement s'exécute soit à main d'homme, par une manivelle à engrenages ou par un petit manége, et l'on peut disposer les roues d'engrenage de manière que l'effort soit presque nul, tout en permettant de cinquante à soixante tours par minute, ou même plus, si on le désire. La chaudière B repose sur un fourneau de briques disposé de telle façon que la flamme du combustible soit *léchante*, et elle est munie de *deux tubes de sûreté* EE, d'un *indicateur de niveau* H et d'un tube F par lequel on ramène dans la chaudière un filet continu d'eau chaude d'un cuvier N, laquelle a été échauffée par la vapeur des tubes de sûreté. Au-dessous de la cuve A, et à l'intérieur de l'appareil, se trouve attachée une vaste capsule de cuivre faisant les fonctions d'un chapiteau et conduisant la vapeur dans un tube M. Ce tube sort à la hauteur du fourneau, et là un robinet permet de régler la prise de vapeur ou de l'arrêter tout à fait. Dans ce dernier cas, on ouvre d'abord les robinets des tubes EE qui dirigent la vapeur dans l'eau du cuvier N, puis on ferme le tube M en D. On n'a ainsi à craindre aucune explosion. A la

suite du robinet D, le tube se contourne sur lui-même et va entrer en O dans la cuve à saccharifier, où il fait plusieurs tours dans le fond. Il est, dans cette partie, percé d'un grand nombre de trous par lesquels s'échappe la vapeur qui doit porter le liquide à une température convenable, et dont l'action est réglée par un thermomètre.

Lorsqu'il s'agit de saccharifier la fécule ou la farine, on met d'abord dans la cuve A la quantité d'eau et d'orge germée nécessaire que l'on délaie par quelques tours de l'agitateur ; on porte la température à 70°, puis on ajoute par portions la fécule, en ayant soin de ne pas laisser dépasser ce degré de chaleur. Pour cela, il suffit d'ouvrir les robinets des tubes EE et de fermer plus ou moins celui D du tube M, suivant l'indication thermométrique. Lorsque l'opération est terminée, on enlève le liquide sucré à l'aide d'une petite pompe ou d'un siphon, ou à bras, pour le transporter dans l'*appareil à filtration*. Les avantages de ce système sont de simplifier les opérations et de diminuer les dépenses par la possibilité de se passer d'un bouilleur isolé. Avec une très légère modification dans la disposition des tubes EE, on peut employer la vapeur qui s'en dégage à échauffer les vins de distillation du chauffe-vin et à la distillation elle-même, qui se fait ainsi à la vapeur, sans que jamais les produits puissent présenter aucune *odeur de feu* et sans aucun risque d'explosion. La fig. 2 de la pl. III donne une idée de cette disposition. On n'a plus besoin, de cette manière, que d'un seul fourneau et on n'use le

combustible qu'en un seul endroit, ce qui produit, en outre, une notable économie.

Appareil à filtration.

Notre *appareil filtrateur* est plus simple encore. Nous nous étions toujours préoccupé de la cause qui peut produire, dans les alcools, des odeurs propres aussi prononcées, et l'avis de tous les hommes compétents est venu justifier, à cet égard, notre expérience personnelle. Ce n'est pas la solution de glucose qui peut amener le *mauvais goût*, mais bien la présence des débris et détritus d'enveloppes féculentes, les restes de cellulose, etc., échappés à l'action saccharifiante. Ces odeurs se développent :

1° Pendant la fermentation (surtout) ;

2° Pendant la distillation à une température élevée.

Si donc on se débarrasse de ces causes avant la fermentation, le résultat sera bien meilleur, puisqu'on n'agira que sur des *moûts* de glucose à peu près purs. La fermentation ne développant aucun goût désagréable, la distillation, d'après notre système, ne pourra elle-même exercer aucune influence, puisqu'elle aura lieu à l'aide de la vapeur. Ces raisons nous ont conduit à considérer la filtration des jus comme une opération indispensable, et pourvu qu'elle ne soit pas une cause de grande dépense, on ne doit jamais la négliger. Voici comment nous la comprenons.

Dans le local destiné à la fermentation des *moûts* et dont la température est appropriée au but à atteindre, sont disposées, en *sous-sol*, les cuves à fermen-

tation CCC. Dans une partie plus élevée, au niveau de la hauteur de ces premières cuves, on en dispose une autre B (ou même deux, selon le besoin), et cette cuve sert de récipient à notre cuve à filtrer. Un robinet ou une *cannelle* conduit le liquide filtré dans celle des cuves inférieures que l'on veut remplir, au moyen d'un tube plus ou moins long.

La cuve B est plus étroite en haut qu'en bas, et figure assez bien une section de cône tronqué. Le haut est garni d'un cercle double de fer d'une grande force de résistance. Le diamètre supérieur de la cuve B est calculé de manière que la cuve à filtrer A puisse y pénétrer jusqu'aux trois quarts ou aux deux tiers au moins de la hauteur : celle-ci est le contraire de la première, et représente un cône tronqué renversé. Toute la portion inférieure et le fond sont percés de trous rapprochés, de 3 millimètres de diamètre, et l'intérieur est garni d'une double toile d'emballage, ou d'un double feutre, ou d'un *molleton* grossier et fort, qui ne touche pas aux parois, ce que l'on obtient aisément avec des traverses placées au fond horizontalement et sur les côtés verticalement. C'est dans cette cuve placée sur B que l'on fait arriver le liquide du saccharificateur : la filtration s'opère très rapidement, et l'on peut mettre en fermentation aussitôt. Les fèces ou dépôts doivent être lavés par quelques seaux d'eau tiède, et, après ce lavage, il n'y a plus dans ces matières que des substances azotées très nutritives qu'on utilise pour le bétail.

Nous avons cru devoir entrer dans ces détails au

sujet de la saccharification des fécules et de l'usage des appareils que nous avons imaginés dans un but de simplification et d'amélioration : c'est qu'en effet, d'une part, les méthodes de *macération* sont les plus mauvaises de toutes, comme nous le verrons tout à l'heure, et, d'un autre côté, la saccharification par les acides présente de nombreux inconvénients, dont les principaux sont d'exiger une opération de plus, la *neutralisation* par le *carbonate de chaux*, et de produire le développement des huiles essentielles fétides.

B. *Action des acides sur la fécule.* — Nous savons déjà que les *acides* concentrés désagrégent la fécule comme certains *alcalis*, que cette action est très rapide, à froid, si la liqueur contient au moins 0,015 à 0,20 d'acide. Quand le liquide ne renferme que 0,15 à 0,02 d'acide, l'action est très lente à froid, mais elle se fait promptement à la température de l'ébullition. Il suffit d'une heure et demie pour saccharifier la fécule, qui passe par l'état de dextrine soluble, puis arrive à celui de glucose.

On dispose une cuve de bois, doublée de *plomb* (1), dans laquelle un tube, contourné sur lui-même dans le fond, et percé de trous ou fendu par des traits de scie, amène la vapeur d'un bouilleur, au gré de l'opérateur qui la dirige par un robinet. On y met 300 litres d'eau par 100 kilogrammes de fécule, et l'on ajoute

(1) Ce métal ne craint pas l'acide sulfurique ; mais cette précaution n'est pas nécessaire, si les douves de la cuve ont une épaisseur suffisante : 9 centimètres environ. *N. B.*

à cette eau 2 kilogrammes d'acide sulfurique. On délaie alors la fécule dans son poids d'eau, puis on porte à 100 degrés l'eau acidulée de la cuve, et l'on y verse peu à peu la fécule, en maintenant toujours le liquide à l'ébullition. Il faut observer de ne faire arriver la fécule dans la cuve que par petites quantités à la fois et de n'en mettre de nouvelle que lorsque la précédente est liquéfiée. Quarante-cinq minutes après la dernière addition, on peut être sûr que la saccharification est terminée, si l'on a agité avec soin. Cependant il vaut mieux s'en assurer au moyen de la teinture d'iode.

On neutralise alors l'acide sulfurique par du carbonate de chaux pulvérisé, environ la même quantité en poids que celle de l'acide, ou pour être plus certain, 1250 grammes par kilogramme d'acide. On fait cette saturation peu à peu à cause de l'effervescence produite par le dégagement d'acide carbonique, et l'on s'assure que la neutralisation est complète par le papier bleu de tournesol qui ne doit plus passer au rouge.

On fait passer la liqueur dans un tonneau, bassin ou cuvier à décanter, et après douze heures de repos, on soutire le liquide clair. Le dépôt de *sulfate de chaux* qui s'est formé doit être lavé, puis décanté de nouveau. Il vaudrait bien mieux filtrer le tout, soit dans notre appareil, soit dans un filtre semblable à ceux dont on se sert dans les sucreries.

La fécule se transforme théoriquement en un poids de glucose sec plus considérable que le sien, d'un quart à peu près ; ainsi 1025 grammes de fécule *sup-*

posée sèche ou *anhydre* donneraient 1275 grammes de glucose. Mais il faut calculer en moyenne que 100 kilogrammes de fécule commerciale n'en contiennent que 85 de matière réelle, en sorte que 100 kilogrammes ne produisent guère que 122 kilog.,317 grammes théoriquement, et, en pratique, on ne doit compter que sur un poids égal.

Nous disions, il y a quelques instants, que nous préférions l'action de la *diastase* sur les fécules à celle des *acides* ; c'est que par ces dernières on développe les odeurs propres des matières féculentes, et qu'en outre, on est obligé de *neutraliser* l'acide, de laisser reposer, de décanter, de laver les dépôts, etc., toutes opérations dont on se dispense avec la diastase ou l'orge germée, qui n'exige qu'une filtration.

C. *Transformation de la pectosine en glucose.* — Un grand nombre de plantes contiennent peu de glucose naturel, de fécule, etc., mais elles renferment une quantité assez considérable de *cellulose mucilagineuse* ou *pectosine*. Cette matière ne dénote rien au *saccharimètre* de M. Soleil, et ses propriétés optiques ne diffèrent guère de celles de l'eau. M. Clerget, dont les observations saccharimétriques sont si parfaites, n'a pu trouver aucune trace de sucre dans le jus d'asphodèle rameux, malgré les assertions dont pullulaient les journaux de l'époque, et nous-même, dans l'examen chimique de cette plante, n'avons trouvé la moindre trace de sucre ni de fécule dans ses tubercules. Nous y avons cependant rencontré une quantité assez importante de pectosine et les résultats de l'*aci-*

dulation nous permirent d'alcooliser le jus d'asphodèle, pendant que, de son côté, l'honorable M. Clerget constatait, après le traitement du même jus par les acides, un chiffre de 14 pour 100 en matière sucrée, lequel n'existait pas auparavant.

De ce fait et de quelques autres, nous tirons la conséquence de la nécessité de l'acidulation pour tous les jus de plantes qui renferment de la pectosine plutôt que du glucose ou du sucre.

Cette acidulation se fera dans la proportion de 1 d'acide pour 100 de jus, et elle doit avoir lieu à la température de l'ébullition. Il va sans dire qu'elle sera suivie de la neutralisation.

On reconnaîtra ces plantes aux caractères suivants :

1° Le jus est fade au goût en général ;

2° Il est de nature mucilagineuse analogue à l'eau de guimauve faible, ou à la décoction de graines de lin très étendue d'eau ;

3° Il ne présente que des traces insignifiantes d'acides végétaux ;

4° Les instruments de *saccharimétrie* (1) n'y décèlent pas la présence du sucre, et cependant ces jus *acidulés* fermentent et donnent de l'alcool. Ce dernier caractère est le plus précis, surtout quand la plante ne contient pas de fécule en proportion appréciable.

Nous renvoyons à la fin de notre seconde partie la méthode à suivre pour la saccharification des matières

---

(1) Nous verrons dans le chapitre suivant la valeur des opérations de saccharimétrie. *N. B.*

cellulosiques proprement dites, et nous terminons ce chapitre par quelques observations sur la macération.

Macération.

La *macération*, considérée au point de vue de l'art de l'alcoolisateur, consiste à faire tremper, *à froid*, dans l'eau ordinaire, les substances dont on veut extraire les parties solubles alcoolisables. Quelquefois on opère à chaud et la macération devrait prendre dans ce cas le nom de *digestion*, mais peu nous importe le mot.

On a émis l'opinion suivante, à propos d'un système de distillation préconisé l'an dernier pour la betterave : « L'action de l'eau chaude ou des vinasses bouillantes, exerce un véritable pouvoir *substituteur*, en ce sens que le liquide, pénétrant dans les cellules végétales des parties mises en macération, en chasse les matières sucrées pour prendre leur place. »

Et l'on a fondé là-dessus des théories, magnifiques dans les colonnes des journaux, mais dont le résultat pratique est déplorable, quant au *goût* et à la valeur intrinsèque de l'alcool obtenu. Nous ne nions certes pas l'effet d'*endosmose* qui donne lieu à la substitution, nous l'acceptons formellement, mais aujourd'hui comme alors, nous repoussons, en principe, la macération à chaud de toutes les opérations de l'alcoolisateur. Qu'au point de vue de la parfumerie ou de la distillerie, la macération soit parfois bonne et nécessaire, tout le monde l'admet; mais dans l'industrie

des distillateurs, cette manipulation est un non-sens et nous le prouverons.

On ne peut certainement désirer, en faveur d'un système, de témoignage plus flatteur que celui de M. Payen pour la méthode de M. Champonnois, mais l'engouement fait toujours place au vrai, et le reproche que nous faisions à cette méthode, quand elle a paru, n'a rien perdu de sa force ni de sa logique.

Nous aurons l'occasion, plus loin, de dire dans cet ouvrage quels sont les avantages réels de la méthode de M. Champonnois, à laquelle nous avons déjà hautement donné la préférence pour les distilleries agricoles, en indiquant toutefois les modifications qu'elle nous paraît nécessiter ; nous ne parlons ici que de la macération, et avant d'entrer dans quelques détails à ce sujet, nous croyons devoir citer ce que nous disions de ses inconvénients dans notre travail sur l'alcoolisation de la betterave.

« Nous n'avons qu'un seul reproche à faire au procédé de M. Champonnois, et pour donner une preuve de notre impartialité, nous commençons par le blâme avant de donner à sa méthode les éloges qu'elle mérite. *L'alcool produit par M. Champonnois est extrêmement infect;* au moins en jugeons-nous par un échantillon que nous avons vu chez l'honorable M. Clerget, et par un autre échantillon qui nous a été remis. Cette infection est telle qu'il ne nous serait guère possible d'en soutenir longtemps l'odeur, quoique nous soyons habitué à supporter les âcres senteurs de la plupart des agents chimiques.

» A quoi donc peut tenir un tel développement de cette odeur désagréable? Cette question ne peut recevoir ici qu'une réponse fort incomplète ; nous nous proposons de la faire entièrement dans notre chapitre suivant, en exposant les détails d'une méthode rationnelle, telle que nous la comprenons. Il nous suffira de dire, quant à présent, que c'est à *l'action des vinasses chaudes* sur des betteraves découpées au coupe-racines, que l'on doit attribuer cette odeur.

» Les vinasses extraites de l'appareil contiennent une quantité notable de sels de potasse en dissolution ; en prolongeant l'action de ce liquide chaud sur des racines nouvelles, on opère une substitution puissante, il est vrai, mais cette substitution se fait tout aussi bien sur les matières dont il faudrait éviter la présence que sur les autres. Les huiles essentielles odorantes de la betterave se dissolvent en aussi grande quantité de cette façon que lorsque l'on réduit la betterave en pulpe par la coction prolongée ; il n'y a nulle différence pour la valeur alcoolique du résultat.

» C'est là qu'on doit chercher la cause de cette infection, laquelle, du reste, ne présente pas beaucoup d'inconvénients, si l'on ne veut créer que des alcools industriels. Le cas est plus grave, s'il s'agit de livrer à la consommation le produit obtenu, en le transformant en *eau-de-vie*. D'ailleurs, on peut dire que personne, *jusqu'ici*, n'a produit des alcools de betterave assez purs pour en faire des eaux-de-vie de consommation, des eau-de-vie de table : M. Dubrunfaut lui-même, malgré des allégations qui ne prouvent rien,

n'a pas été plus heureux, et le système de *fractionnement des produits*, par lequel ce chimiste prétend obtenir des alcools *bon goût*, est presque aussi illusoire que tous les autres. Nous comprenons facilement qu'en mettant à part *comme infects* le premier et le dernier *quart* du produit, les deux *quarts* intermédiaires soient beaucoup *moins infects*, qu'on puisse les mélanger aux *Montpellier*, pour les *couper en eau-de-vie;* mais cependant, pour être vrai, on est obligé de convenir que la partie dite *désinfectée* ou plutôt *non infecte* est encore empreinte d'une huile essentielle fort désagréable. Il suffit pour s'en convraincre, de *couper* ces alcools avec leur poids d'eau et de les goûter sans y avoir additionné de Montpellier, on ne pourra supporter leur *saveur* âcre et mordicante. Si l'on frotte dans les mains quelques gouttes de ce prétendu alcool purifié, l'*odeur* se développera intense et repoussante.

» D'un autre côté, si l'on réfléchit que l'influence, prolongée pendant plusieurs heures, d'un liquide macérateur *chaud*, développe d'une manière extraordinaire l'odeur des huiles essentielles de la plante qui s'y dissolvent aisément, à l'état de *savons de potasse*, on comprendra que là gît la cause de l'infection des alcools de betteraves.

» Ces *savons*, dont on ne peut contester la formation, pour peu que l'on ait étudié la question, se forment dès l'abord avec une extrême facilité dans le liquide de la macération. Au fur et à mesure que l'alcool se produit dans la fermentation, en même temps qu'une certaine proportion d'*acide acétique*, cet

acide, avec l'*acide malique*, qui se trouve naturellement dans la betterave, détermine la décomposition de ces mêmes savons dont la *partie grasse*, *l'huile essentielle*, se dissout dans l'alcool naissant et s'y combine.

» Qu'y a-t-il d'étonnant qu'elle passe abondamment à la distillation ?

» Si, au contraire, on a réduit la betterave en *pulpe* par la *râpe* ou les *cylindres*, ou même la *meule*, cette pulpe, par la *pression* d'abord, puis par un simple *lavage à l'eau froide*, cédera toutes ses parties sucrées, lesquelles pourront être soumises aussitôt à la fermentation, sans que l'on ait besoin d'attendre dix à douze heures et même plus.

» Il résulte de ceci une première économie, que nous constatons en passant : celle du temps.

» Les *savonules à base de potasse* ne se formeront pas par l'action de l'eau froide, qui ne contient pas, comme les vinasses, de *potasse carbonatée*, et les alcools produits ne présenteront que fort peu d'odeur désagréable, comparativement.

» Cet avantage est palpable.

» Mais, en outre, rien n'empêchera, après avoir enlevé à la pulpe sa matière alcoolisable par la pression et le lavage, de lui rendre ses principes salins en l'arrosant de vinasse froide, dans laquelle on la laissera macérer quelques heures. Cette vinasse enlèvera le peu de matière sucrée qui pourrait rester dans la pulpe, en lui restituant les *sels* qu'elle pourrait avoir perdus. C'est ainsi que l'excellente idée de M. Cham-

ponois trouverait son application utile, et que l'on conserverait au résidu tout ce qu'il est possible de garder de ses propriétés nutritives...

» *Nous rejetons donc de la manière la plus absolue toute idée de macération à chaud*, par la seule raison qu'on peut y suppléer sans augmentation de frais, en obtenant des produits meilleurs, et en conservant aux résidus la même valeur. »

Examinons maintenant les effets de la macération dans les deux circonstances où on la met en usage, savoir :

1° Pour la préparation des moûts de graines féculentes ;

2° Pour celle des moûts de racines.

1° *Macération des graines.*—Il a été reconnu, par suite des recherches contemporaines, que ce qui procure aux alcools de grains leur goût particulier et leur saveur désagréable, est un principe azoté, *renfermé dans l'écorce.* D'un autre côté, les pratiques de l'*art de l'amidonnier* ont démontré que les parties *glutineuses* et *azotées* des grains se décomposent en matières solubles dans l'eau, et qu'il ne reste d'intact, après un certain temps, que les portions *amylacées*, ou à peu près.

Si l'on rapproche ces deux faits de la mauvaise qualité des *eaux-de-vie de grain*, obtenues par macération, on pourra se convaincre de la nécessité absolue de supprimer cette opération, surtout quand la saccharification par l'orge germée peut se faire en quatre heures, sans donner lieu aux mêmes désavan-

tages. Nous avons la certitude, acquise *expérimentalement*, que les grains, *réduits en farine*, saccharifiés par l'orge, et filtrés dans notre appareil, ou un autre analogue, ne donnent presque plus d'odeur propre. C'est à ce point que des hommes compétents, habitués à déguster les alcools, n'ont pu se rendre compte de l'origine d'un alcool à 84 degrés, que nous avions extrait de l'*orge d'hiver* ou *escourgeon*.

Mais nous insistons sur deux points principaux, qui ne peuvent être gravés trop profondément dans l'esprit des alcoolisateurs de grain : 1° Il faut que le grain soit réduit en farine et séparé du son par le blutage ; 2° il faut éviter toute macération et séparer les matières azotées des parties sucrées avant la fermentation.

Moyennant ces conditions, la distillation des grains produira *constamment* de bons résultats, et ses produits pourront trouver un placement commercial avantageux, tandis que par la méthode de macération on ne peut obtenir que des alcools infects, lesquels *réduits* en *eaux-de-vie* ne peuvent être consommés que par des bouches accoutumées à ces exécrables boissons.

Que le grain ait été germé et ait été réduit en *malt* ou non, le produit reste quand même imprégné d'une odeur détestable lorsqu'on le fait macérer surtout à chaud, et bien que les grains ne contiennent que peu ou point de *sels alcalins*, il n'en reste pas moins vrai que la macération donne lieu au développement des huiles essentielles hydrogénées qui préexistent dans le *son* ou l'écorce.

2° *Macération des racines.* — Nous en avons assez dit sur les inconvénients de la macération en général, pour n'avoir pas à nous étendre au sujet de celle des racines. Les désavantages sont les mêmes, en ce sens que les huiles essentielles de l'écorce se dissolvent aisément dans le liquide, sous l'influence des sels alcalins de potasse, etc. ; elles se trouvent transformées en *savonules* solubles et la plus grande partie passe à la distillation, bien que l'on prenne toute espèce de précautions pour ne pas dépasser un certain degré de température.

Nous nous arrêterons donc à ces considérations en recommandant aux fabricants de préférer la saccharification des grains réduits en farines, par l'orge germée ou même par les acides, à tout autre mode de préparation qui consisterait à employer la macération. Les jus de racines, *légèrement acidulées*, n'ont que faire de cette opération, et nous conseillons de les mettre en fermentation aussitôt la filtration et le lavage.

Nous clorons ce chapitre par quelques chiffres empruntés à des observations modernes, et qui pourront être de quelque utilité dans la pratique de l'alcoolisation en ce qui concerne les fécules.

Hydratation des fécules.

FORMULES CHIMIQUES.	DÉSIGNATION.	ÉQUIVALENTS.	EAU 0/0.	FÉCULE 0/0.
$C^{12}H^9O^9$.......	Fécule anhydre........	1912,5	»	»
$C^{12}H^9O^9,HO$...	» séchée à 140° (vide)	2025,0	»	100,00
$C^{12}H^9O^9, 3HO$..	» » à 20° (vide).	2250,0	10,00	90,00
$C^{12}H^9O^9, 5HO$..	» » à 20° (à l'air)	2475,0	18,18	81,82
$C^{12}H^9O^9, 11HO$.	» » à l'air humide	3150,0	35,71	64,39
$C^{12}H^9O^9, 16HO$.	» égouttée.........	3712,5	45,45	54,55

Il résulte du tableau qui précède la possibilité de se rendre compte de la valeur des fécules commerciales. En effet, si l'on en prend 100 grammes et qu'on la soumette, pendant quelques heures, à une température de 140 degrés dans le vide fait sous une cloche de verre, on n'a qu'à peser ensuite, et la différence entre le poids primitif et celui de la fécule séchée conduit à la quantité absolue de la fécule pure.

Ainsi, supposons que les 100 grammes soient réduits à 78, on ne devra se baser que sur ce dernier chiffre pour le rendement alcoolique, ou plutôt pour la production du glucose. Les 78 grammes, parties de fécule, se combinant à 4 équivalents d'eau pour former du glucose, ils donneront $95^{gr},33$ de glucose, dont la proportion suivante indiquera le rendement théorique en alcool :

$$100 : 51{,}12 :: 95{,}33 : x,$$

et nous aurons pour valeur de l'inconnue : $48^{gr},73$

d'alcool pur, soit pour 1000 kilog., 487^{kilog},326. Mais, nous le répétons, cette appréciation est de théorie, et l'on ne peut pas y compter en pratique.

CHAPITRE IV.

Saccharimétrie.

Nous avons étudié dans le chapitre précédent les divers modes de saccharification ou de transformation en sucre fermentescible des matières alcoolisables les plus importantes ; il nous reste à rechercher les moyens de juger, d'apprécier la quantité de sucre réel que contient un liquide sucré, et cette appréciation fait l'objet de la *saccharimétrie.*

Il n'est personne qui ne comprenne *a priori*, l'indispensable nécessité de cette connaissance pour le fabricant d'alcools aussi bien que pour le producteur de sucre et pour le raffineur, qui sont obligés de marcher en aveugles s'ils n'ont pas quelque moyen de contrôle, à l'aide duquel ils peuvent se décider à traiter telle ou telle substance, telle ou telle matière première, de préférence à telle ou telle autre.

Cette nécessité ne fait nul doute pour le fabricant d'alcools, puisque, sans cela, il est obligé à des essais ennuyeux qui sont toujours une cause de dépenses dont la compensation est souvent illusoire. S'il connaît la quantité de sucre tenue en dissolution dans un liquide donné, au contraire, il sait, immédiatement et par là même, s'il doit, ou non, employer ce liquide

pour la fabrication de ses produits. En effet, admettons que le liquide sucré mis en essai contienne 26 pour 100 de matières saccharines, il n'aura qu'à établir la proportion :

$$100 : 51,12 :: 26 : x = 13,219.$$

pour savoir combien 100 kilogrammes de la liqueur donneront *théoriquement* d'alcool pur. En faisant le calcul, on trouvera que la valeur de l'inconnue est de 13,29 représentant la quantité d'alcool pur produite par la fermentation de 26 kilogrammes de sucre. Et si l'on veut pousser jusqu'au bout ce calcul en réfléchissant que la pratique ne donne guère que les 28/33 des indications de la théorie, à raison des pertes d'évaporation et de production d'acide, on arrivera aisément à une autre proportion :

$$33 : 28 :: 13,29 : x = 11,279.$$

qui donnera le résultat pratique à très peu de chose près. Ici le chiffre d'alcool pur trouvé sera de 11,279.

On peut encore pousser plus loin son appréciation en recherchant combien 11,279 d'alcool *pur* en poids fournissent de litres et l'on y arrivera par une simple division. En effet, le litre d'alcool *anhydre* ne pesant que $802^{gr.},10$ à la température de 15°, il suffira de diviser $11^{k.},279$ par $802^{gr.},10$ pour savoir le nombre de litres que représentent $11^{k.},279$ et l'on trouvera $14^{lit.},061$ pour résultat définitif.

Il ne restera plus qu'à ajouter un dixième d'eau pour obtenir du 90° ou de l'alcool au titre commercial, en tenant compte de la contraction, toutes choses qui seront expliquées dans un des chapitres suivants.

On voit par cet exemple que la saccharimétrie donne les moyens de connaître la valeur alcoolique d'une matière donnée, et qu'il suffit d'une opération de saccharification et de quelques minutes de calcul pour savoir ce qu'on a à faire.

La saccharimétrie est donc l'art de reconnaître la quantité réelle de sucre qui se trouve en dissolution dans un liquide.

Nous la diviserons en saccharimétrie chimique et en saccharimétrie optique.

A. SACCHARIMÉTRIE CHIMIQUE.—Bien que les moyens chimiques d'appréciation du sucre soient rarement d'une exactitude rigoureuse, nous consignons cependant ici les principaux, afin de ne pas laisser de lacune sur un objet aussi sérieux.

1° *Procédé Maumené.* — Le procédé de M. Maumené n'a pas pour but de déterminer la quantité de sucre contenue dans une solution sucrée, mais bien de reconnaître la présence de ce principe immédiat dans une liqueur.

Prenez :

Bichlorure d'étain........... 5 grammes.

Faites dissoudre dans :

Eau distillée ou de pluie..... 10 grammes.

Trempez dans cette solution un morceau de mérinos blanc pendant trois ou quatre minutes et faites sécher sur un autre morceau de mérinos au *bain-marie*.

Si l'on verse sur ce mérinos au chlorure d'étain une

goutte de la liqueur à essayer, et qu'on l'expose au-dessus d'un charbon ardent, il noircit en une minute si la liqueur contient l'un des sucres suivants :

1° Sucre de canne,

2° Sucre de fécule,

3° Sucre de chiffons,

4° Sucre de bois ou de ligneux,

5° Sucre de diabète ou d'urine,

6° Sucre de miel et de raisin.

2° *Observation de Vogel.* — Suivant Vogel, une dissolution de sucre à chaud réduit le sulfate de cuivre ou vitriol bleu de sa dissolution aqueuse, et il se précipite du cuivre métallique.

Nous avons répété l'expérience de Vogel, et elle nous paraît concluante pour le sucre de canne, mais elle ne nous semble pas suffisante pour les autres espèces de sucres. Cette réaction donne un magnifique précipité *rouge-brique*, dont on peut évaluer le poids après dessiccation.

Comme on n'agit guère sur le sucre de canne en alcoolisation, nous ne rapportons, en quelque façon, cette expérience que pour mémoire.

3° *Procédé de saccharimétrie par la liqueur de Barreswil.* — On a donné le nom de *liqueur de Barreswil* à une solution cuivreuse d'un bleu très intense et que l'on prépare suivant la formule qui suit :

Prenez :

Sulfate de cuivre..... }
Potasse caustique..... } de chaque, parties égales.
Tartrate de potasse... }

Faites dissoudre dans une quantité d'eau suffisante pour que 1 gramme de sucre de raisin, dissous dans 50 centimètres cubes ou 1/20 de litre d'eau bouillante, décolore *exactement* à chaud 50 centimètres cubes de la liqueur saccharimétrique. Le résultat de la réaction est la réduction du sel de cuivre et la précipitation d'une certaine quantité d'oxydule rouge Cu^2O.

Voici la manière d'opérer :

On place dans une capsule de porcelaine ou même de verre, au-dessus d'une lampe à alcool, 50 centimètres cubes de la liqueur cuivreuse et l'on porte à l'ébullition. On a introduit la solution sucrée à essayer dans une burette graduée à l'aide de laquelle on puisse verser goutte à goutte cette solution dans la capsule en agitant, et la portion versée qui a produit la *décoloration exacte* contenait précisément 1 gramme de sucre. Supposons que nous ayons été obligé de verser dans la liqueur saccharimétrique 27 centimètres cubes par exemple, de la solution sucrée, nous pourrons savoir immédiatement combien 1 hectolitre du même liquide contient de sucre fermentescible. En effet, ce résultat est équivalent à 37$^{gr.}$,037 de sucre par litre et par conséquent à 3 kilogrammes 703$^{gr.}$,7 par hectolitre. Ce résultat est faible mais exact, et un liquide semblable ne fournirait *théoriquement* que 1$^{kil.}$,892 d'alcool.

Il ne serait donc pas avantageux pour la distillation, et ce serait déjà un grand avantage que de pouvoir le rejeter sans essais coûteux et longs.

On peut encore essayer, par ce moyen, le sucre de

canne, après l'avoir converti en sucre fermentescible par l'action d'un acide.

Si l'on a affaire à un mélange de sucre de canne et de sucre fermentescible, on cherche d'abord le chiffre du mélange simple non acidulé ; ce chiffre est celui du sucre fermentescible. On traite ensuite par 2 p. 0/0 d'acide sulfurique à l'ébullition, on neutralise, et l'on essaie de nouveau.

La différence, entre le premier chiffre trouvé et le second, indique la quantité de sucre de canne contenue dans le mélange.

B. — Saccharimétrie optique. — Nous ne prétendons pas entrer ici dans des détails de science physique insignifiants pour la plupart de nos lecteurs ; mais comme la saccharimétrie optique présente des résultats admirables de précision et de certitude, depuis surtout l'ingénieuse invention du saccharimètre de M. Soleil, opticien à Paris, et les perfectionnements qu'y a apportés M. J. Duboscq, son habile successeur, nous allons donner le résumé suivant de deux brochures intéressantes qui ont paru sur cette matière. L'une est due à la plume du savant rédacteur du *Cosmos*, M. l'abbé Moigno, et l'autre est le résultat des recherches si consciencieuses et si impartiales de l'honorable M. Clerget. Nous commençons par la pratique de l'instrument dont nous donnerons ensuite la théorie de la manière la plus claire et la plus complète qu'il nous sera possible de le faire.

Aujourd'hui, pas un alcoolisateur sérieux ne peut se passer du précieux instrument de M. Duboscq pour

arriver à se rendre compte de la valeur des opérations qu'il veut faire, et nombre des expériences rapportées dans notre seconde partie ont été faites avec son secours.

1° *Pratique et manuel du saccharimètre.* — Nous empruntons la description suivante au travail de M. Moigno :

A. — *Ancien modèle de M. Soleil, planche* I. — « Considéré au point de vue de la théorie, le saccharimètre est un instrument savant et compliqué ; mais au point de vue pratique, il est extrêmement simple. Les employés de l'administration, les fabricants de sucre et les raffineurs ne doivent y voir qu'un tube formé de trois parties, dont deux fixes, fig. 1, comprenant les deux extrémités de A à B et de C à D, l'autre mobile formant la portion centrale que l'on insère entre B et C, et qui est tantôt le simple tube BC, fig. 2, long de 20 centimètres, tantôt le tube B'C', fig. 3, long de 22 centimètres, et muni d'un thermomètre T. Ces tubes ont été remplis de la dissolution sucrée dont on veut déterminer le titre par le procédé que nous exposerons dans la seconde partie de cette instruction.

» L'opérateur aussi ne doit faire attention qu'à cinq organes ou parties mobiles, sur lesquelles seules il doit agir :

» 1° Le petit tube mobile DD', contre lequel il applique son œil, et qu'il enfonce ou retire vers lui, de manière à voir distinctement à travers le liquide ;

» 2° Le petit bouton vertical *b* situé à droite, (fig. 1 et 1 bis), qui sert à régler l'instrument;

» 3° Le grand bouton horizontal H, placé en-dessous, par lequel on rend uniforme la teinte de l'objet de la vision ;

» 4° Le bouton vertical V, situé en face, à l'aide duquel on donne à ce même objet de la vision la teinte ou la couleur la plus propre à une évalution précise ;

» 5° Enfin, la règle divisée RR', placée en dessus, sur laquelle on lit le nombre qui donne la richesse du sucre examiné.

» *Manière d'opérer.* — 1° Devant l'ouverture A de l'instrument on place une lampe modérateur ou toute autre bien allumée, de manière que la lumière passe par l'axe de l'instrument et le traverse ;

» 2° Avant tout l'opérateur regarde la règle divisée RR' de son appareil, et voit si l'index ou la ligne noire I (fig. 1 bis), qui, sur cette règle, indique les divisions, correspond exactement au trait *o*, ou à ce qu'on appelle le point zéro, point de départ absolument nécessaire : on tournera donc à droite ou à gauche le petit bouton vertical *b*, de manière à faire que l'extrémité de la ligne I coïncide exactement avec le trait marqué *o* ;

» 3° On remplit d'eau pure un tube semblable au tube BC, et on l'insère dans l'appareil à la place qui lui est réservée, entre B et C ; puis, plaçant son œil en O, on enfonce ou l'on retire le tube mobile DD', jusqu'à ce qu'on voie distinctement à l'extrémité A du tube située du côté de la lampe une surface circu-

laire ou un cercle rond partagé en deux demi-disques ou demi-cercles égaux, colorés chacun, soit d'une seule et même teinte ou nuance (fig. 4) soit de deux teintes ou nuances différentes (fig. 5) et séparés par une ligne noire qui doit apparaître bien tranchée et bien nette;

» 4° Si, comme cela arrive en général, les deux demi-disques n'ont pas la même teinte, ne sont pas colorés de la même nuance, on tournera le grand bouton horizontal H, soit vers la droite, soit vers la gauche, jusqu'à ce que les teintes ou couleurs des deux demi-disques soient parfaitement identiques, et que l'œil ne puisse discerner entre elles aucune différence ;

» 5° Ce n'est point assez que les deux demi-disques aient la même teinte, la même couleur ; il faut, de plus, pour que l'opération ait tout le degré d'exactitude qu'elle doit donner, que cette teinte uniforme soit la teinte la plus sensible. Cette teinte la plus sensible n'est pas la même pour tous les yeux. Voici comment chacun reconnaîtra celle qui est propre à son œil, et avec laquelle il devra toujours opérer. Si, en même temps qu'il applique son œil contre l'ouverture D du saccharimètre, il fait tourner le bouton vertical V, il verra que la couleur des demi-disques change sans cesse et qu'elle ne redevient la même qu'après un demi-tour. Admettons qu'il s'arrête ou cesse de tourner quand les deux demi-disques sont jaunes : si ces deux demi-disques alors n'ont pas absolument la même couleur, si leurs nuances ne sont

pas tout à fait uniformes, il reprendra le grand bouton horizontal H et le fera tourner jusqu'à ce qu'il ait établi une uniformité parfaite. Les deux demi-disques sont donc colorés de la même teinte jaune, et l'œil les voit parfaitement identiques. Si maintenant, reprenant le bouton vertical V, l'observateur le fait tourner très doucement dans le même sens, au jaune il verra succéder le vert, au vert le bleu, au bleu l'indigo, à l'indigo le violet, et s'il regarde attentivement il rencontrera très probablement une certaine nuance pour laquelle l'uniformité de teinte, établie primitivement pour le jaune, n'existera plus ; il verra une différence qu'il n'avait pas saisie d'abord. S'il répète plusieurs fois et à des jours différents cette même épreuve, il constatera que la nuance qui lui manifeste une différence là où avec une autre couleur il voyait l'égalité ou l'uniformité de teinte est toujours la même ; or cette teinte est pour lui la teinte la plus sensible, il devra s'y attacher et prendre toujours son pointé sur elle. Pour le plus grand nombre des yeux, la teinte sensible est une nuance bleu-violacé, qui rappelle la couleur de la fleur de lin ; mais il n'est pas rare de rencontrer des observateurs pour lesquels, ce qui est une sorte d'anomalie, la teinte la plus sensible est le jaune ou une autre couleur brillante. La couleur bleu-violacé, la plus sensible pour la généralité des yeux, jouit de cette propriété que, si, lorsqu'on la regarde, on fait tourner infiniment peu le bouton vertical V, l'un des demi-disques passe subitement au rouge et l'autre au vert.

» Cela posé, en faisant tourner convenablement les boutons H et V, l'observateur ne s'arrêtera que lorsque les deux demi-disques seront colorés très uniformément de la même teinte sensible que nous lui avons appris à reconnaître, et avec laquelle il sera bientôt familiarisé.

» 6° On regardera si sur la règle divisée la ligne I continue à coïncider avec le trait *o*. Si par hasard cette coïncidence n'existait plus, on la ramènera en tournant de nouveau le bouton *b*. Mais en tournant le bouton *b* on aura troublé l'uniformité de teinte des deux demi-disques ; il faudra donc la rétablir aussi en revenant au bouton H qu'on fera tourner à son tour. Si enfin le rétablissement de l'uniformité avait amené une couleur un peu différente de la teinte sensible, on rétablira cette teinte en faisant tourner le bouton vertical V ;

» 7° Cette vérification faite, l'instrument est parfaitement réglé, et l'on peut procéder à la détermination de la richesse ou du titre de la dissolution sucrée.

» 8° On retire le tube rempli d'eau et on lui substitue un des tubes remplis de la dissolution sucrée, c'est-à-dire BC si l'on opère directement, B'C' si l'on opère après inversion. En regardant après cette substitution, on verra que l'uniformité de teinte n'existe plus, que les deux demi-disques sont colorés de nuances différentes ; et pour ramener l'uniformité, on tournera le grand bouton horizontal H, soit de droite à gauche, soit de gauche à droite : s'il s'agit de sucre cristallisable non interverti, c'est de droite à gauche

qu'il faudra faire tourner le bouton H, du côté du chiffre 100 de la règle RR′; on s'arrêtera quand la teinte des deux disques sera redevenue bien uniforme. Mais cette teinte uniforme rétablie ne sera plus la teinte sensible à laquelle il faut cependant revenir et que la couleur propre de la dissolution a fait disparaître. On fera donc tourner aussi le bouton vertical V de droite à gauche ou de gauche à droite. Par cela même que l'on sera revenu à la teinte sensible, on verra presque toujours que l'uniformité ou l'égalité de nuances des deux demi-disques que l'on avait crue établie n'est pas parfaite, et il faudra revenir une dernière fois au bouton H pour que l'uniformité ou égalité soit absolue.

» 9° La teinte des deux demi-disques étant bien uniforme, bien égale, et cette teinte étant bien la teinte sensible, il ne reste plus qu'une chose à faire, c'est de regarder sur la règle divisée à quel trait correspond l'index ou ligne I, celle des divisions qu'elle indique ; le nombre correspondant à cette division donne immédiatement en centièmes le titre ou la richesse de la solution sucrée : si, par exemple, l'aiguille marque 35, cela signifiera que la solution sucrée essayée renferme 35 centièmes ou 35 pour 100 de sucre; et ce sucre sera cristallisable si l'on a tourné vers la gauche ou si la ligne I est à gauche du zéro, incristallisable au contraire si l'on a tourné vers la droite ou si la ligne I est à droite du zéro.

» *Remarque première.* — Tous ceux qui, opérant pour la première fois avec le saccharimètre, se sont

plaints de n'avoir rien vu ou d'avoir vu confusément, avaient oublié de mettre au point, c'est-à-dire d'enfoncer ou de retirer l'oculaire ou tube mobile DD' jusqu'à ce qu'ils vissent distinctement la raie noire qui sépare les deux demi-disques.

» *Remarque deuxième.* — Tous ceux qui, ayant bien préparé leur dissolution et ayant bien vu dans le saccharimètre, sont arrivés à des évaluations trop fortes ou trop faibles de plusieurs centièmes, avaient négligé de faire bien coïncider la ligne I ou index de la règle divisée avec le trait zéro. L'erreur du point de départ s'est retrouvée à la fin de l'opération.

» *Remarque troisième.* — Ceux qui, après avoir bien suivi les instructions qu'ils avaient reçues, se trompent habituellement d'un centième ou d'un demi-centième, ne se sont pas assez exercés à reconnaître leur teinte sensible, et par conséquent ne rétablissent pas avec assez d'exactitude l'uniformité ou l'égalité de nuance des deux demi-disques.

» Si l'on a bien mis au point, c'est-à-dire si l'on distinguait parfaitement la ligne noire ; si l'on a bien mis à zéro, c'est-à-dire si la ligne noire I ou l'index de la règle divisée correspondait bien au trait *o* ; si l'on a réellement opéré avec la teinte la plus sensible, et établi l'égalité de nuances avec un très grand soin, on obtiendra infailliblement les mêmes indications en opérant avec une même solution sucrée, on lira sur la règle divisée le même nombre, et ce nombre sera à moins d'un centième près le titre réel du sucre essayé.

» B. — *Nouveau modèle breveté de M. Jules Duboscq, planche* II. — L'opérateur ne doit faire attention qu'à cinq organes ou parties mobiles, sur lesquelles seules il doit agir :

» 1° Le petit tube mobile ou porte-oculaire D′D, fig. 1, contre lequel il applique son œil, et qu'il enfonce ou retire vers lui, de manière à voir distinctement à travers le liquide.

» 2° Le petit bouton vertical V (fig. 2), qui sert à régler l'instrument, à faire coïncider le zéro de l'échelle avec le zéro de l'indicateur.

» 3° Le grand bouton horizontal H (fig. 1), par lequel on rend uniforme la teinte de l'objet de la vision.

» 4° L'anneau molleté B (fig. 1 et 2), à l'aide duquel on donne à ce même objet de la vision la teinte ou la couleur la plus propre à une évaluation précise.

» 5° Enfin la règle divisée RR′ sur laquelle on lit le nombre qui donne la richesse du sucre examiné.

» *Manière d'opérer*. — 1° Devant l'ouverture du saccharimètre on place une lampe modérateur ou toute autre bien allumée, de manière que la lumière passe par l'axe de l'instrument et le traverse.

» 2° On remplit d'eau pure un tube semblable à celui qui contient la solution sucrée, et on l'insère dans l'appareil à la place qui lui est réservée entre la partie oculaire et la partie objective ; puis, plaçant son œil en D, on enfonce ou l'on retire le tube mobile D′D jusqu'à ce qu'on voie distinctement, à l'extrémité du saccharimètre située du côté de la lampe, une surface circulaire ou un cercle rond partagé en deux demi-

disques ou demi-cercles égaux, colorés chacun soit d'une seule et même teinte ou nuance, soit de deux teintes ou nuances différentes et séparées par une ligne noire qui doit apparaître bien tranchée et bien nette.

» 3° Si, comme cela arrive en général, les deux demi-disques n'ont pas la même teinte, ne sont pas olorés de la même nuance, on tournera le grand bouton horizontal H, soit de gauche à droite, soit de droite à gauche, jusqu'à ce que les teintes ou couleurs des deux demi-disques soient parfaitement identiques et que l'œil ne puisse discerner entre elles aucune différence.

» 4° On fait tourner le bouton molleté B, soit de droite à gauche, soit de gauche à droite, jusqu'à ce que les deux demi-disques soient colorés de la teinte sensible. Si, quand on est arrivé à la teinte sensible, l'égalité de nuances n'était pas absolument parfaite, on la rétablira en revenant au bouton H.

» 5° On regardera si, sur la règle divisée, la ligne ou trait zéro coïncide exactement avec le trait ou la ligne noire de l'indicateur I. Si la coïncidence n'est pas parfaite, on l'établira en faisant tourner soit de haut en bas, soit de bas en haut, le petit bouton vertical V.

» L'instrument alors est parfaitement réglé, et l'on peut procéder à la détermination de la richesse et du titre de la dissolution sucrée.

» 6° On retire le tube rempli d'eau et ou lui substitue le tube rempli de la dissolution sucrée, c'est-à-dire

BC, si l'on opère directement ; B'C' si l'on opère après inversion. En regardant après cette substitution, on verra que l'uniformité de teinte n'existe plus, que les deux demi-disques sont colorés de nuances différentes. On rétablit l'uniformité en faisant tourner le grand bouton horizontal H, jusqu'à ce que les deux nuances soient parfaitement identiques.

» Comme la solution sucrée est le plus souvent colorée, la teinte uniforme rétablie n'est pas en général la teinte sensible, à laquelle il faut cependant revenir et que la couleur propre de la dissolution a fait disparaître : on fera donc tourner aussi le bouton molleté B pour ramener la teinte sensible ; cette teinte revenue, l'égalité de nuances des deux demi-disques que l'on avait crue établie ne sera pas parfaite, et il faudra faire tourner encore une fois le bouton horizontal H pour qu'elle soit absolue.

» 7° La teinte des deux demi-disques étant bien uniforme, bien égale, et cette teinte étant bien la teinte sensible, il ne reste plus qu'une chose à faire, c'est de regarder sur la règle divisée RR' à quel trait de l'échelle correspond le trait de l'indicateur, celle des divisions qu'il indique, le nombre correspondant à cette division donne immédiatement en centièmes le titre ou la richesse de la solution sucrée.

» C. — *Préparation des dissolutions sucrées et analyse des substances saccharifères.* — Les procédés que nous résumons succinctement ont été formulés et publiés d'abord par M. Clerget.

» 1° *Dissolution normale de sucre pur.* — Une dis-

solution dans l'eau de 16$^{gr.}$,350 de sucre candi parfaitement sec et pur, étendue d'eau de manière à occuper un volume de 100 centimètres cubes, et observée dans un tube de 20 centimètres de longueur, marque au saccharimètre 100°; c'est-à-dire que, lorsque, après avoir rempli avec cette dissolution le tube BC, on opère comme il a été dit dans la première partie de cette instruction, l'index ou la ligne I sur la règle divisée correspond à la division 100.

» Pour préparer cette dissolution normale, il convient de se servir d'un petit ballon ou matras (fig. 6), jaugé à l'avance, ou sur le col duquel on a marqué un trait que le liquide doit atteindre pour que son volume soit exactement égal à 100 centimètres cubes.

» 2° *Dissolution de sucre brut du commerce.* — On prend 16$^{gr.}$,350 du sucre à essayer, on le broie dans un mortier, on l'introduit dans le matras, on ajoute une certaine quantité d'eau, et l'on agite jusqu'à ce que tout le sucre soit dissous.

» Si la teinte de la dissolution est trop foncée, ou si elle n'est pas assez transparente, il faut avant tout la clarifier. Pour cela on verse dans le matras une petite quantité de dissolution saturée de sous-acétate de plomb, on ajoute de l'eau jusqu'à ce que, le niveau du liquide affleurant avec le trait, son volume soit bien de 100 centimètres cubes; on agite le mélange, ce qui fait tomber au fond les principes colorants et les molécules étrangères qui troublaient la limpidité du liquide, et l'on filtre.

» La dissolution est alors toute préparée, et pour

faire l'analyse du sucre il suffira d'en remplir le tube BC et de fermer ce tube en faisant bien adhérer la plaque P de verre qui le termine (fig. 2 bis) ; on visse ensuite la virole de cuivre E qui retient la plaque, mais avec précaution, pour ne pas changer l'état moléculaire de la plaque.

» 3° *Solution sucrée intervertie et détermination définitive du titre à l'aide des tables de* M. Clerget (1). — Après la première observation faite, comme on vient de le dire, avec le tube BC, il est resté dans le matras, contenant 100 centimètres cubes, une certaine quantité de liquide ; on prend alors un second matras ou ballon (fig. 7), marqué de deux traits de jauge indiquant, le premier, une capacité de 50 centimètres, le second, une capacité de 55 centimètres, de telle sorte que la partie comprise entre les traits ait une capacité de 5 centimètres ; on verse dans ce matras ce qui reste de la solution sucrée jusqu'au niveau du premier trait, ou 50 centimètres cubes ; puis on ajoute de l'acide chlorhydrique pur et fumant jusqu'au second trait, ce qui fait en volume un dixième d'acide pour un de solution sucrée ; on plonge un thermomètre dans le ballon et l'on fait chauffer au bain-marie : quand le thermomètre marque 68°, on s'arrête, on laisse le liquide se refroidir, on le filtre s'il n'est pas assez transparent, et il est alors tout prêt à verser dans le tube B'C' pour recommencer l'opération avec le saccharimètre. L'action exercée par l'acide chlorhy-

(1) Nous donnons ces tables dans notre troisième partie. *N. B.*

drique a modifié la nature de la dissolution sucrée : aussi, quand on introduit le tube B'C' au lieu de BC, l'uniformité de teinte est détruite en sens contraire, et pour la ramener il faut faire tourner le grand bouton horizontal H, non plus de droite à gauche ou vers la gauche, mais de gauche à droite ou vers la droite.

» Quand l'uniformité de teinte, que nous supposons toujours être la teinte sensible, sera rétablie, on verra sur la portion droite de la règle divisée à quel trait ou à quelle division correspond l'aiguille ou index, et l'on notera ce nombre de divisions, en écrivant à côté le nombre de degrés marqués par le thermomètre du tube B'C' au moment de l'opération. Voici maintenant ce qui reste à faire pour obtenir définitivement le titre du sucre essayé. Admettons, pour fixer les idées, que le nombre donné par la première opération faite sur la solution naturelle directe soit 75, que le nombre donné par la seconde opération faite sur la solution acidifiée et intervertie soit 21, et que l'on ait opéré à la température de 12° : on fera la somme des deux nombres 75 et 21, ce qui donne 96 ; on cherchera dans la table de M. Clerget, sous le chiffre 12° ou dans la troisième colonne correspondant à la température de 12° le nombre le plus voisin de 96, ou qui en diffère le moins; on trouve que c'est 96,6 ; on suit alors la ligne horizontale dont le chiffre 96,6 fait partie ; et l'on trouve : 1° dans la colonne A le chiffre 70, d'où l'on conclut que le sucre essayé contient 70 pour 100 de sucre cristallisable pur ; 2° dans la colonne B, le chiffre 114,45 placé à côté de 70 et qui indique

que la solution sucrée sur laquelle on a opéré renferme par litre 114$^{gr.}$,45 de sucre pur.

» En général, pour obtenir en poids ou en volume le titre d'un sucre quelconque, observé deux fois, directement et après l'acidification, et pour lequel le saccharimètre a donné deux nombres, le premier sur la gauche, le second sur la droite de la règle divisée, on ajoute ces deux nombres, puis, dans la table de M. Clerget, on cherche, sous le chiffre correspondant à la température de l'observation donnée par le thermomètre du tube B′C′, le nombre qui s'approche le plus de leur somme ; et suivant de l'œil la ligne horizontale de ce nombre, qui diffère moins que tous les autres de la somme, on rencontre : 1° dans la colonne A, le nombre de centimètres de sucre pur et cristallisable contenu dans le sucre essayé, ou sa richesse, son titre ; 2° dans la colonne B, le nombre de grammes et de centigrammes de sucre contenus dans un litre de la dissolution analysée.

» Certaines substances saccharifères contiennent, avec du sucre cristallisable, un principe agissant dans le même sens que ce sucre, mais dont l'action n'est pas modifiée par les acides. Il peut arriver dans ce cas que les indications données par l'index de la règle divisée soient situés toutes deux sur la gauche, et non plus la première à gauche, la seconde à droite. Pour obtenir alors la richesse ou le titre de la solution il faudra prendre, non plus la somme, mais la différence des deux nombres, et opérer avec cette différence comme on opérait avec la somme. Exemple : si avant

l'inversion on a obtenu 80 à gauche, et après l'inversion 26 encore à gauche à la température de 20°, on prend la différence 54 de ces deux nombres, on cherche dans la colonne verticale marquée 20° le nombre 536 qui diffère le moins de 54 ; on suit la ligne horizontale passant par ce nombre, ce qui conduit : 1° dans la colonne A, au nombre 40 ; 2° dans la colonne B, au nombre 65,40 ; ce qui indique que la substance donnée contient 40 pour 100 de sucre, et que la solution essayée renferme par litre 65$^{gr.}$,40 de sucre.

» Quand on n'a pas fait l'inversion et que l'on n'a fait qu'une seule observation avec le tube BC, parce que l'on était sûr d'avance que la substance à essayer ne renfermait que du sucre cristallisable, le nombre lu sur la règle divisée du saccharimètre exprime immédiatement le nombre de centièmes de sucre pur et cristallisable contenu dans le sucre observé, et les chiffres placés à côté de ce nombre, dans la colonne B de la table de M. Clerget, donnent le poids en grammes et en centigrammes du sucre pur contenu dans un litre de la dissolution.

» Si, par surcroît de précaution, on opérait une seconde fois après inversion sur un liquide qui ne contient que du sucre cristallisable, la table de M. Clerget redonnerait les mêmes nombres que la lecture directe, ainsi que chacun peut le vérifier par lui-même. Supposons, par exemple, qu'on ait opéré avec la solution normale de sucre pur, à la température de 12°, on trouvera, comme nous avons dit, avant l'in-

version, par la première opération directe, 100 sur la gauche, après l'inversion, 38 sur la droite; la somme de ces deux nombres est 138; on descend donc dans la colonne 12° jusqu'à ce qu'on ait rencontré le nombre 138, et à l'extrémité de la ligne horizontale passant par ce nombre on trouve dans la colonne A 100, et dans la colonne B 163,50; d'où l'on conclut que le sucre essayé contient 100 pour 100 de sucre pur, et que la solution essayée contient par litre 163gr.,50, par décilitre ou 100 centimètres cubes 16gr.,350, comme on le savait *à priori*.

» 4° *Solutions de mélasses et analyse des mélasses.*— On met dans une capsule de porcelaine un poids de mélasse triple de la quantité de sucre pur ou brut employé dans les préparations précédentes, c'est-à-dire 49gr.,050, au lieu de 16gr.,350; on la délaie en ajoutant successivement de petites quantités d'eau, on la verse dans un matras jaugé à 300 centimètres cubes: on ajoute encore de l'eau, on agite, et quand tout est dissous, on complète le volume de 300 centimètres en versant assez d'eau pour que le liquide affleure le trait. On étend sur un filtre 80 centimètres de noir animal en grains fins, on verse sur le filtre toute la liqueur; quand le vase placé sous le filtre contient 1 volume de liquide à peu près égal au volume de charbon employé, on le vide dans un autre vase et l'on ne conserve que le reste de la filtration, que l'on reverse dix ou douze fois sur le noir animal, jusqu'à ce qu'il soit aussi décoloré que possible. On en verse dans un ballon à double jauge avec deux traits qui

indiquent l'un 200, l'autre 220 centimètres cubes, jusqu'au niveau du trait 200, et l'on ajoute de la dissolution saturée de sous-acétate de plomb jusqu'au trait 220, on agite et l'on verse de nouveau sur un filtre couvert de 60 centimètres de noir animal; on met à part et l'on néglige les 60 premiers centimètres cubes de liquide filtré, et il reste à peu près 160 centimètres cubes de liqueur bien décolorée et avec laquelle on opère d'abord directement en remplissant le tube BC, puis après inversion en remplissant le tube B'C'. Si la quantité de liquide qui reste est insuffisante, on reprendra, pour l'ajouter au reste avant d'aciduler, la solution du tube BC qui a servi à l'opération directe.

» 5° *Analyse du jus de cannes à sucre ou vesou.* — On prend 200 grammes de canne à sucre coupée par tranches, on les comprime dans une petite presse métallique et l'on verse le jus sortant ou vesou dans un ballon à double trait jaugeant le premier 100, le second 110 centimètres cubes; le niveau du jus affleure avec le premier trait; on ajoute 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb; on agite, on filtre et tout est prêt. Il convient, pour tenir compte dans l'observation de l'augmentation de volume produite par le sel de plomb, de substituer au tube BC, long de 20 centimètres, un tube semblable long de 22 centimètres, ou bien le tube B'C', plus long de 2 centimètres que le tube BC.

» En général, si, dans le cas où l'on ajoute un dixième, soit de liquide décolorant, soit d'acide chlor-

hydrique, on ne prenait pas cette précaution d'opérer avec un tube de 22 centimètres, il faudrait augmenter d'un dixième le titre trouvé pour tenir compte de l'augmentation de volume.

6° *Analyse du jus de betterave.* —Elle est la même que celle du jus de canne : on substitue aux 200 grammes de canne 200 grammes de pulpes de betterave râpée à la main et pressée en deux fois, ou par 100 grammes, dans un linge et lentement. Il sera plus prudent de faire deux opérations avec le saccharimètre, l'une directe, l'autre après inversion ; car la betterave contient ordinairement d'autres matières sucrées ou actives que le sucre cristallisable.

» 7° *Analyse des urines diabétiques.* — On verse dans le ballon à deux jauges, marquant 100 et 110 centimètres cubes, 100 centimètres cubes d'urine, on ajoute 10 centimètres de sous-acétate de plomb, si la transparence n'est pas assez grande ; on filtre s'il est nécessaire, et l'on remplit le tube BC, ou mieux le tube B'C', de 22 centimètres ; pour ramener l'uniformité de teinte il faut tourner à gauche comme pour le sucre ordinaire.

» Le pouvoir du sucre de diabète est à celui du sucre cristallisable comme 73 est à 100, et 100 parties de l'échelle divisée correspondent à 22gr.,397 de sucre par litre d'urine. Dès lors, chaque division du saccharimètre correspond à 22,397 centigrammes, en nombre rond à 2 décigrammes un quart. Par conséquent, pour obtenir la quantité de sucre contenu dans un litre des

urines essayées, il faut multiplier 2 décigrammes un quart par le nombre lu sur l'échelle divisée. »

Avec les indications purement pratiques que nous venons de rapporter, il n'est personne qui ne puisse faire au saccharimètre un essai des matières sucrées que l'on se propose de traiter, et nous recommandons cet appareil à nos lecteurs avec d'autant plus de certitude et de confiance, que le gouvernement en a complétement approuvé l'usage pour l'appréciation officielle des liquides sucrés, au moins pour les nombreuses commandes faites par les ministères. Le saccharimètre donne des chiffres théoriques précis en ce qui touche la quantité de sucre pour cent, et ce résultat conduit à l'exactitude mathématique et chimique en alcoolisation.

Voici maintenant, pour ceux de nos lecteurs qui seraient satisfaits d'avoir sous les yeux les principes théoriques sur lesquels repose la construction du saccharimètre, un résumé aussi succinct que possible des lois et des faits scientifiques qui lui ont servi de base, et dont l'application a été si heureusement faite par M. Soleil.

2° *Théorie du saccharimètre.* — A. *Polarisation de la lumière.* — 1° Un faisceau de lumière *ordinaire* peut traverser un *prisme* dans tous les sens, et l'on ne remarque aucun changement notable dans son intensité.

2° Si le faisceau lumineux est réfléchi par *certains corps* et qu'on le fasse entrer dans le prisme sous un angle de 35 degrés environ (pl. II, fig. 5), le rayon

qui parvient à l'œil présentera, si l'on fait tourner le prisme, des différences sensibles, au point qu'il paraît quelquefois brillant et quelquefois éteint.

Ce rayon est dit *polarisé.*

Quand le rayon s'éteint au moment où la grande diagonale est parallèle à la surface réfléchissante, le rayon est polarisé dans le plan de réflexion, qui s'appelle le *plan de polarisation* dans cette circonstance.

3° Le rayon lumineux peut être polarisé par *réfraction* (pl. II, fig. 6), et alors son plan de polarisation est perpendiculaire à celui de la polarisation par réflexion.

4° La lumière du ciel est polarisée. Dans la fig. 7, pl. II, on a représenté un rayon de lumière ordinaire (n° 1), un rayon polarisé verticalement (n° 2), un rayon polarisé horizontalement (n° 3), et enfin, un rayon double, formé de deux rayons polarisés à angle droit (n° 4).

B. *Double réfraction de la lumière.* — 1° Un rayon lumineux qui traverse certains cristaux se partage en deux rayons distincts qui se séparent et se prolongent en deux différentes directions ; ce phénomène se nomme la *double réfraction*, et on appelle les substances qui le produisent, substances *biréfringentes.*

2° Si l'on regarde un point noir à travers un prisme biréfringent, ce point renvoie à l'œil deux images. Les deux rayons de la double réfraction sont tous deux polarisés et ils sont éteints par un prisme ordinaire ; ils sont en outre polarisés à angle droit, et s'éteignent à 90 degrés l'un de l'autre. On peut con-

sidérer un rayon de lumière ordinaire comme un double rayon formé de deux rayons ainsi polarisés.

3° Un cristal bi-éfringent polarise donc la lumière et on le nomme *polariseur* quand on le fait servir à cet usage.

4° Un cristal biréfringent, accompagné d'un prisme de Nicol (pl. II, fig. 10) forme un système qui procure facilement un seul rayon de lumière polarisée et sert en outre d'*analyseur*, c'est-à-dire qu'il met en évidence l'état de la polarisation du rayon lumineux.

5° Si l'on place sur le trajet d'un rayon polarisé un morceau de substance biréfringente, ce rayon reprend les propriétés de la lumière ordinaire et on lui donne le nom de rayon *dépolarisé.*

6° On peut donner le nom de *dépolariseur* à une plaque de cristal de roche destinée à produire l'effet dont nous venons de parler.

C. *Polarisation chromatique.* — 1° Si le cristal *dépolariseur* est d'un certaine épaisseur, selon sa nature, le rayon apparaît plus ou moins coloré.

2° Les couleurs des deux rayons polarisés doublement réfractés sont complémentaires, c'est-à-dire qu'elles forment du blanc, quand on les réunit.

3° La partie objective du saccharimètre est une sorte de *polariscope*, composé d'une plaque de cristal de roche, d'une plaque à pouvoirs contraires et d'un prisme bi-réfringent : à travers ce système, la lumière ordinaire apparaît incolore; au contraire la lumière polarisée présente deux images colorées de couleurs complémentaires.

D. *Polarisation circulaire, rotatoire ou mobile.* — 1° Il y a des substances qui changent la direction du plan de polarisation ; les unes le font tourner à droite, les autres à gauche. On donne aux premières le nom de *dextrogyres*, et aux secondes celui de *lévogyres.*

2° Une plaque formée de deux substances, l'une *dextrogyre*, l'autre *lévogyre*, se nomme plaque à double rotation, ou plaque à pouvoirs contraires ; cette plaque permet de ramener les teintes juxtaposées à l'identité.

M. Biot a démontré les propositions suivantes :

« 1° Le pouvoir rotatoire est inhérent aux dernières particules des corps, et proportionnel au nombre de molécules placées sur le passage du rayon polarisé, et par conséquent à l'épaisseur de la plaque solide ou à la longueur de la colonne liquide à faces parallèles.

» 2° Tant que la substance solide conserve le mode d'agrégation de ses molécules qui la constituent dans son état naturel ou sa structure normale ; tant que la substance liquide conserve sa composition chimique, elles conservent aussi leur pouvoir rotatoire.

» 3° Si l'on superpose plusieurs plaques solides, ou si l'on mêle plusieurs liquides doués du pouvoir rotatoire et sans action chimique l'un sur l'autre, la rotation produite par l'ensemble des plaques solides, ou le mélange des liquides, est toujours la somme ou la différence des rotations que les substances unies ou

mélangées produiraient séparément ; la somme, si elles sont toutes dextrogyres ou lévogyres, la différence, si les unes sont dextrogyres et les autres lévogyres.

» 4° A l'exception de l'acide tartrique, les substances organiques douées de la propriété rotatoire l'exercent suivant les mêmes lois que le quartz, de sorte que si une lame de quartz d'un millimètre produit, au sens de la rotation près, la même déviation du plan de polarisation qu'une colonne d'essence de térébenthine de 68 millimètres et demi de longueur, un multiple ou une fraction d'un millimètre de quartz produira la même déviation que le même multiple ou la même fraction de la longueur 68,5 de la colonne de térébenthine : que si 1 millimètre de quartz produit la même déviation qu'une colonne de dissolution de sucre cristallisable de 200 millimètres de longueur, renfermant 16^{gr},350 de sucre pur ; la moitié, le tiers, le quart, etc., d'un millimètre de quartz déviera autant le plan de polarisation du rayon qu'une colonne d'eau de 200 millimètres, renfermant la moitié, le tiers, le quart, etc., de 16^{gr},350 de sucre : que si l'on combine une lame de quartz dextrogyre d'un millimètre d'épaisseur ou d'une fraction de millimètre avec une colonne d'essence de térébenthine de 68^{mm},5 de longueur, ou de la même fraction de 68^{mm},5, il y aura compensation exacte, et l'on n'observera aucune rotation : qu'il en sera de même si l'on combine une plaque de quartz lévogyre d'un millimètre ou d'une fraction de millimètre d'épaisseur, avec une colonne d'eau de 200 millimè-

tres de longueur, renfermant 16gr,350 ou la même fraction de 16gr,350 de sucre cristallisable.

» Il en résulte que s'il était possible d'avoir à sa disposition une série de plaques de quartz de rotations contraires et d'épaisseurs variant par degrés insensibles, on pourrait, en les associant successivement avec les substances douées du pouvoir rotatoire, arriver dans tous les cas à une neutralisation parfaite, et exprimer par conséquent en nombre, en millimètres ou en fractions de millimètre de quartz, ou mieux en multiples ou en fractions du pouvoir rotatoire du quartz pris pour unité, les pouvoirs rotatoires de toutes les autres substances. Or le compensateur de M. Soleil, dont il nous reste à donner la description, réalise cette série indéfinie de plaques de quartz qu'il serait rigoureusement impossible de se procurer isolément, et dont l'emploi serait très compliqué et très embarrassant. Le compensateur se compose essentiellement, (pl. I, fig. 6_2, 6_3, 6_4, 6_5), de deux longs prismes de quartz, tous deux dextrogyres ou tous deux lévogyres, rectangulaires et parfaitement identiques, formant par leur superposition un parallélipipède rectangle dont ils sont comme les deux moitiés égales. Ils sont montés de manière à s'avancer parallèlement l'un sur l'autre. Dans leur position normale, lorsqu'ils forment parallélipipède, l'épaisseur de la partie moyenne est égale au petit côté du prisme opposé à l'arête du sommet; si l'on fait éloigner les deux arêtes l'une de l'autre, l'épaisseur du quartz de la partie moyenne augmente incessamment jusqu'à devenir

double de ce qu'elle était primitivement ; si au contraire on fait marcher les deux arêtes l'une vers l'autre, l'épaisseur en quartz de la partie moyenne diminue indéfiniment et se réduit à zéro lorsque les deux arêtes coïncident. Donc par le moyen du compensateur, on peut interposer sur le trajet du rayon des épaisseurs de quartz variant par degrés insensibles depuis zéro jusqu'au double de la petite hauteur du prisme rectangulaire. Pour mesurer le pouvoir rotatoire des substances liquides et solides, il suffirait donc de placer au delà de la plaque solide ou de la colonne liquide un ensemble de deux prismes rectangulaires que l'on ferait marcher au moyen d'une vis micrométrique munie d'un cadran dont l'index indiquerait l'épaisseur du quartz interposée au moment où l'identité de teinte détruite par l'introduction sur le passage du rayon de la substance douée de pouvoir rotatoire serait établie. Quand on aurait affaire à des substances dextrogyres, le compensateur devrait être formé de lames prismatiques lévogyres, et réciproquement. Mais si l'on s'était contenté d'un simple ensemble de deux lames prismatiques, la détermination de pouvoirs rotatoires très intenses pourrait devenir impossible si elle dépassait la limite de l'instrument ; tandis que la détermination de pouvoirs rotatoires très faibles serait très délicate et très incertaine, parce que les arêtes des prismes n'ont jamais une épaisseur nulle. Il est un moyen bien simple de parer à tous ces inconvénients : il consiste placer en avant du compensateur une plaqu e de

quartz additionnelle fixe, de rotation contraire à celle du compensateur : elle pourrait être de même épaisseur que l'ensemble des deux lames prismatiques, mais dans la pratique on la fait plus ou moins épaisse : plus épaisse si le compensateur est dextrogyre ; moins épaisse si le compensateur est lévogyre, et que l'on veuille opérer sur une substance dextrogyre, comme le sucre cristallisable.

» Le principal effet de la plaque additionnelle, combinée comme nous venons de l'indiquer, est de permettre avec un même compensateur d'étudier les substances de pouvoir rotatoire inverse ; car, suivant la position des lames prismatiques, l'ensemble de la plaque fixe et du compensateur formera un compensateur unique, soit dextrogyre, soit lévogyre.

» Nous n'avons plus que quelques mots à ajouter pour mettre en évidence le mode de graduation de l'appareil et la construction de l'échelle sur laquelle on lit la richesse en sucre de la dissolution essayée.

» 1° Les plans principaux du prisme analyseur A et du prisme polariseur P sont placés à angle droit, c'est-à-dire que ces deux prismes, dont la position dans l'instrument est absolument fixe, sont placés de telle sorte que le rayon qui traverse leur ensemble soit complétement éteint.

» 2° Les deux lames prismatiques du compensateur sont amenées dans une position telle, que la somme de leurs épaisseurs étant égale à celle de la plaque additionnelle, l'ensemble de cette plaque et du compensateur forme un système neutre mis en évidence

par l'égalité parfaite de teinte des deux demi-disques de la plaque à deux rotations ; on écrit alors zéro au-dessus de l'index sur l'échelle du compensateur.

» 3° On met sur le trajet du rayon une plaque de cristal de roche dextrogyre d'un millimètre d'épaisseur, fixée au bout d'un tube analogue à celui du saccharimètre; l'égalité de teintes est troublée, et pour la rétablir il faut tourner le bouton H et mettre en mouvement les lames du compensateur; quand l'égalité est rétablie, on marque sur l'échelle le nombre 100, et l'on partage en cent parties égales l'intervalle compris entre 0 et 100. Puisque la rotation du cristal de roche est proportionnelle à son épaisseur, chaque division de l'échelle mesurera par conséquent le pouvoir rotatoire d'un centième de millimètre de quartz ; et parce que la rotation d'un millimètre de quartz correspond à celle d'une colonne de dissolution sucrée de 200 millimètres de longueur renfermant 16^{gr},350 de sucre, chaque division de l'échelle indiquera la présence de 0^{gr},163 de sucre dans la colonne de 200 millimètres de longueur. L'échelle du compen sateur n'est pas bornée à cent divisions, on l'a prolongée à gauche de cinquante divisions pour pouvoir opérer entre des limites plus étendues; la partie droite au contraire ne contient que cinquante divisions, parce qu'elle sert à l'appréciation du pouvoir rotatoire du sucre interverti, pouvoir beaucoup plus faible, puisque après l'interversion la déviation 100 produite par la colonne de dissolution de 200 millimètres renfermant 16^{gr},350

de sucre n'est plus que de 38 divisions à la température de 12 degrés, et varie avec la température. » (*Pratique et théorie du saccharimètre Soleil*, par *M. l'abbé Moigno*, 1853.)

» 3° *Structure intime du saccharimètre, modèle Soleil.* — Cet instrument (fig. 1 et 1 *bis*, pl. I) peut se diviser en quatre parties :

» I. La partie objective de A en B.

» II. La partie tubulaire de B en C.

» III. Le compensateur de C en D'.

» IV. La partie oculaire de D' en D.

» I. La partie objective AB (fig. 6_2 et 6_1) comprend :

» 1° La bonnette à vis 1, munie d'un verre de nuance bleuâtre assez claire, qui se visse sur le tube *ab* à l'extrémité *a*.

» 2° Un prisme de Nicol 2, renfermé dans le tube *ab*, qui s'engage en partie dans le tube *bc*.

» 3° Une seconde bonnette à vis, munie d'une plaque de cristal de roche 3, taillée perpendiculairement à l'axe, et qui se visse à l'extrémité *b* du tube *ab*.

» 4° Le polariseur lenticulaire 4, placé dans le tube *c'd'*, qui s'enfonce à son tour dans le tube *c''d''*, qui entre lui-même dans le tube *bc*. Ce polariseur se compose d'un prisme de crown-glass 4^1, terminé par une surface convexe, et d'un prisme de spath d'Islande 4^2, doublement réfringent.

» 5° Enfin la plaque à deux rotations 5, renfermée dans une troisième bonnette fixée à l'extrémité *d''* du tube *c''d''*.

» Toutes ces diverses parties, vissées et enfoncées

l'une dans l'autre, forment l'ensemble AB (fig. 6,).

» Cet ensemble, à son tour, s'enfonce par son extrémité B dans le gros tube A'B' (fig. 1 et 1 *bis*), où l'on a ménagé deux rainures pour donner place aux deux vis de pression *v*, *v*, qui servent à fixer l'oculaire. Un engrenage pratiqué sur le tube *ab* qui porte le prisme de Nicol est en rapport avec la roue dentée *u*, qui peut tourner avec le bouton vertical V de l'appareil.

» II. La partie tubulaire de B en C se compose :

» 1° Du tube proprement dit BC (fig. 2 *bis*), qui renferme le liquide à analyser et qui se termine par deux pas de vis extérieurs.

» 2° De deux appendices ou bonnettes creuses à pas de vis intérieurs, qui se vissent sur les extrémités B et C, et les ferment par deux plans de verre, 1, 1, qui s'appliquent exactement sur ces deux ouvertures. La fig. 2 *bis* représente l'ensemble de la partie tubulaire. Un ressort à boudin ***RR***, placé dans le gros tube A'B', presse le tube BC et le maintient en place. On peut introduire facilement le tube BC en retirant un peu le ressort R et la partie du gros tube qui lui est attachée. Il faut se servir pour cela du bouton *n* qui adhère au ressort et peut se mouvoir dans une fente pratiquée dans le gros tube A'B'.

» Le tube BC, long de 20 centimètres, est quelquefois remplacé par le tube B'C' (fig. 3 et 3 *bis*), appelé tube à inversion, et muni d'un thermomètre dont la boule plonge dans le liquide du tube pour qu'on puisse apprécier sa température au moment de l'analyse.

» III. Le compensateur de C à D est représenté (fig. 6^3, fig. 6^1, fig. 6^2), par trois coupes : la première, perpendiculaire à l'axe du saccharimètre; la seconde, faite par un plan vertical passant par l'axe du saccharimètre; la troisième, faite par un plan horizontal passant par ce même axe. Il se compose à l'intérieur : 1° d'une plaque rectangulaire 1 de cristal de roche, de rotation contraire à celle du sucre cristallisable; 2° de deux plaques prismatiques 2, 2, aussi de cristal de roche, mais de rotation contraire à celle de la première plaque, et accolées à des plaques prismatiques égales de verre 3, 3, de manière à former une nouvelle plaque rectangulaire d'épaisseur constante. La plaque 1 est fixe, les plaques 2, 2 sont mobiles et glissent l'une sur l'autre par la rotation du bouton horizontal H; de telle sorte que l'épaisseur des quartz dans l'ensemble des plaques prismatiques peut varier indéfiniment depuis zéro, ou à peu près, jusqu'au double de l'épaisseur de l'une des lames.

» A l'extérieur, en dessus, le compensateur porte une échelle d'ivoire divisée en cent parties : elle est fixe et coupée en biseau, de telle sorte que sa longueur soit perpendiculaire à l'axe. Une seconde petite lame d'ivoire I portant un simple trait se meut avec le compensateur et indique sur la règle divisée : 1° directement l'épaisseur actuelle en quartz de la somme des deux plaques prismatiques 2, 2; 2° indirectement la richesse en sucre du liquide essayé au saccharimètre.

» Le compensateur est vissé contre l'extrémité de la partie tubulaire en E.

» IV. La partie oculaire de D en E comprend :

1° Le prisme biréfringent analyseur, formé d'un prisme de spath d'Islande 1, d'un prisme de crown-glass 2, et d'un très petit prisme de flint-glass 3.

» La réunion de ces trois prismes forme un ensemble achromatique; il est contenu dans le tube $e'f'$ qui s'enfonce dans le tube F, lequel se visse sur le compensateur.

» Le tube F porte à sa partie inférieure une vis sans fin à tête verticale *b*, qui, engrenant avec une crémaillère pratiquée sur le tube $e'f'$, permet de donner à celui-ci et au prisme biréfringent qu'il renferme le mouvement de rotation nécessaire pour régler l'instrument.

» La petite vis *s* sert à fixer le prisme lorsque l'appareil a été réglé.

» 2° Une lentille objective 2, biconvexe ou plan-convexe, achromatique, à long foyer, renfermée dans une bonnette qui se visse à l'extrémité du tube $f'h$, lequel se visse à son tour sur le tube $e'f'$.

» 3° Une lentille biconcave 3, formant avec la lentille biconvexe une lunette de Galilée, dont elle est l'oculaire ; elle se visse à l'extrémité du tube $g'l'$, qui se visse dans l'œilleton D.

» 4° Enfin l'œilleton D, percé d'un petit trou par lequel on regarde.

» L'ensemble de l'oculaire 3 du tube $g'l'$ et de l'œilleton se visse à l'extrémité f'' du tube $f''h$, qui s'enfonce dans le tube $f'h$.

» La figure 6 représente l'oculaire entier avec toutes

ses pièces emmanchées, vissées et enfoncées l'une dans l'autre.

» 4° *Structure intime du saccharimètre, modèle Duboscq.* — La figure 4 représente les divisions de la partie objective. P est le prisme biréfringent ou polariseur, R est la plaque à deux rotations.

» La figure 4 *bis* représente la partie objective avec toutes ses pièces vissées.

» La partie tubulaire et le compensateur sont restés les mêmes que dans l'ancien modèle, sauf la mobilité de l'échelle, comme nous l'indiquerons mieux tout à l'heure. Les verres du compensateur, quand tout est dévissé, apparaissent en avant et en arrière ; mais pour les nettoyer parfaitement et dans toute leur longueur, il faut les sortir de leur monture, ce qui se fait simplement en tirant.

» La figure 3, planche II, représente les divisions de la partie oculaire, et montre comment on doit les dévisser pour nettoyer les verres. Q est le quartz qui complète le compensateur, A est l'analyseur, C le cristal de roche du reproducteur de la teinte sensible, L la lentille objective de la petite lunette de Galilée, I' l'oculaire de cette même lunette, N le prisme de Nicol du reproducteur de la teinte sensible.

» On voit dans la figure 1 toutes ces pièces vissées et réunies ensemble de C en D.

» On voit très clairement par cette description en quoi le nouveau modèle diffère de l'ancien. En effet :

» 1° Dans l'appareil primitif l'échelle divisée RR' était adhérente à la surface de la moitié supérieure du

compensateur : quand dans certaines circonstances et pour quelques vues particulières, l'égalité de teinte ne correspondait pas exactement à la coïncidence de l'index avec le trait 0 de l'échelle, il fallait alors nécessairement faire tourner l'analyseur. Dans le nouveau modèle, l'échelle divisée n'adhère plus au compensateur ; un ressort placé sous la règle, dans une coulisse ménagée dans l'épaisseur de la monture du compensateur, tend sans cesse à la ramener vers la gauche ; une vis liée au petit bouton vertical V (fig. 2, planche II) permet de communiquer à cette même règle un mouvement latéral très lent vers la droite ou vers la gauche. On peut ainsi, dans tous les cas, sans changer la position du polariseur et de l'analyseur, faire que la coïncidence de la ligne noire de l'indicateur avec le trait 0 de l'échelle corresponde parfaitement à l'égalité de teinte.

» 2° Dans le premier modèle, et pour les raisons que nous venons de rappeler, l'analyseur A devait pouvoir tourner sur lui-même. Dans le nouveau modèle l'analyseur est fixé invariablement, ainsi que le polariseur.

» 3° Dans l'ancien modèle, le recomposeur ou reproducteur de la teinte sensible, formé d'un cristal de roche et d'un prisme de Nicol, était installé dans la partie objective, en avant de la plaque à deux rotations et du tube renfermant la solution saccharifère. Pour changer la teinte du rayon lumineux qui avait traversé le liquide, on faisait tourner le prisme de Nicol du recomposeur au moyen du bouton verti-

cal V (fig. 1, pl. I) fixé à une longue tringle placée sous le saccharimètre. Dans le nouveau modèle, le reproducteur de la teinte sensible est reporté dans la partie oculaire : son cristal de roche, que l'on pourrait, à la rigueur, ne pas séparer de son prisme de Nicol, est fixé entre l'analyseur et la lentille objective de la petite lunette de Galilée ; le prisme de Nicol, enchâssé dans une enveloppe cylindrique munie du bouton moletté B et qui peut tourner sur lui-même de 180°, de droite à gauche, ou de gauche à droite, est installé entre la lentille oculaire biconcave et la bonnette contre laquelle s'applique l'œil de l'observateur. La construction de l'appareil est ainsi devenue plus simple; et de plus, le rayon lumineux perd beaucoup moins de son éclat lorsqu'on ne le colore de la teinte sensible qu'après qu'il a traversé la solution sucrée.

» 4° Enfin, dans l'instrument primitif la partie externe et mobile DD′ du tube oculaire, celle que l'on enfonce ou que l'on retire pour rendre la vision distincte, pouvait tourner sur elle-même, et très souvent sa rotation entraînait celle de l'analyseur, ce qui constituait un inconvénient grave. Dans le nouvel appareil, cette portion toujours mobile ne peut qu'avancer ou reculer, maintenue qu'elle est latéralement par une goupille engagée dans une fente longitudinale pratiquée dans la paroi inférieure du tube fixe de l'oculaire : ce perfectionnement était d'autant plus nécessaire qu'il est presque impossible d'établir des lentilles oculaires qui ne se décentrent pas dans le mouvement de rotation.

» En résumé : 1° mobilité de l'échelle divisée rendue indépendante à volonté du compensateur ; 2° fixité et invariabilité du polariseur et de l'analyseur ; 3° déplacement et fractionnement du reproducteur des teintes sensibles ; 4° centrage de l'oculaire établi une fois pour toutes et son déplacement parallèlement à lui-même : tels sont les caractères distinctifs du nouveau modèle, plus simple dans sa construction, plus facile dans sa manipulation, plus exact en général dans ses indications. » (*Pratique et théorie du saccharimètre Soleil*, *par M. l'abbé Moigno*, 1853.)

5° *Marche du rayon lumineux dans le saccharimètre.* — 1° Le rayon, qui est arrivé en divergeant au polarisateur lenticulaire P, se change en un faisceau de rayons parallèles, qui se dédouble dans le prisme biréfringent ; l'un des deux faisceaux se perd et l'autre traverse la plaque à double rotation R, moitié dans chaque demi-disque.

2° L'égalité de teintes amenée au préalable rend l'effet des rotations contraires annulé ou compensé pour l'œil.

3° Le liquide placé dans le tube imprime un résultat de rupture d'équilibre, que l'on fait disparaître en faisant mouvoir le bouton H. C'est à la suite de cet effet que l'on peut compter sur le dernier le chiffre correspondant au nombre de centièmes de sucre contenus dans le liquide.

4° La lunette de Galilée rend la vision distincte et lui donne plus de précision

5° L'œilleton D empêche la lumière étrangère de pénétrer.

APPENDICE A LA SACCHARIMÉTRIE.

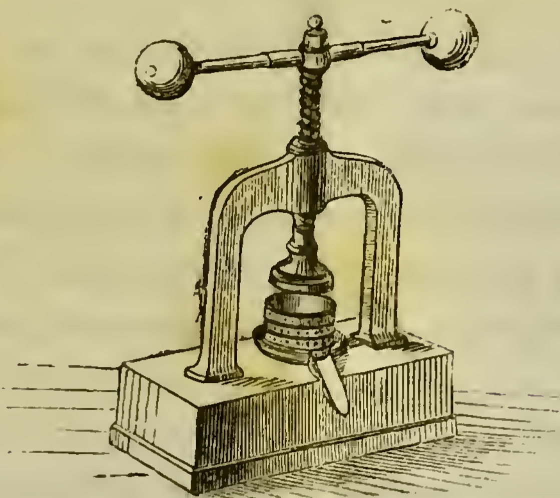
Essai des jus et matières alcoolisables.

Pour essayer les matières végétales alcoolisables, il est bon de se faire une méthode simple à l'aide de laquelle on puisse avoir des données précises tant en pratique qu'en théorie.

Il importe d'abord de préparer le jus sucré, et pour cela voici ce qu'il faut faire dans les deux cas qui peuvent se présenter, soit que l'on agisse sur les racines et tiges juteuses, ou sur les fruits mêmes qui n'ont pas besoin de saccharification, soit que l'on traite des graines ou parties féculentes.

Dans le premier cas, on prend 100 grammes de la matière première et on la réduit en pulpe, soit à l'aide de la râpe ou de toute autre manière, et on la met

Fig. 1. — *Presse.*



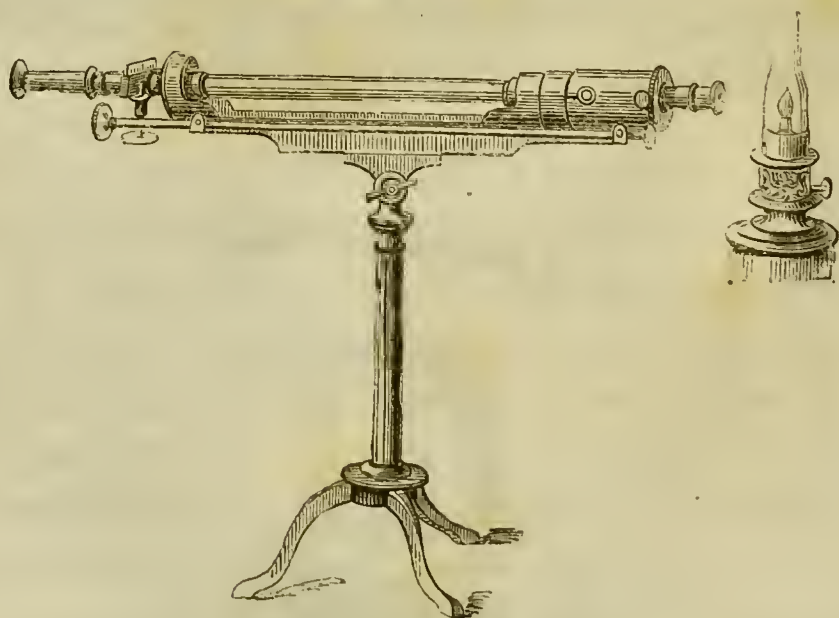
dans un petit sac de toile forte que l'on soumet à l'action d'une petite presse (fig. 1). Le jus qui en découle

est reçu dans un vase ; puis on humecte le sac et son contenu dans un demi-litre d'eau, dont le poids est d'environ 500 grammes à la température ordinaire, et l'on soumet de nouveau à la presse.

On réunit le jus primitif, celui de seconde pressée et le reste de l'eau de mouillage, et l'on tient compte du volume. Admettons, par exemple, que nous ayons obtenu 75 centilitres en volume. Nous n'avons plus qu'à filtrer la liqueur à l'aide d'un entonnoir de verre et d'un filtre de papier joseph blanc, et nous la divisons en deux parties.

La première est décolorée par le sous-acétate de plomb, si cela est nécessaire, puis filtrée de nouveau, et l'on en fait aussitôt l'essai au saccharimètre (fig. 2).

Fig. 2. — *Saccharimètre.*



On tient note du chiffre obtenu qui marque la quantité de *glucose*. Il faut alors prendre une certaine quantité de la partie réservée ; on y ajoute un dixième

de son volume d'*acide chlorhydrique*, et l'on se comporte, comme il a été dit précédemment (p. 131), afin de changer en glucose le sucre cristallisable contenu dans le liquide, si l'on en soupçonne la présence. Un second essai au saccharimètre conduit à la connaissance réelle de la quantité de sucre alcoolisable contenu :

1° Dans 500 grammes de la matière ;

2° Dans 75 centilitres du liquide ainsi préparé.

Il va de soi que l'on doit se rapporter entièrement, pour l'usage du saccharimètre, aux indications que nous avons données dans notre chapitre sur la *saccharimétrie*, et sur lesquelles nous n'avons pas à revenir.

Dans le second cas, où l'on a affaire à des parties féculentes, on prend également 500 grammes de la matière, que l'on réduit préalablement en poudre et que l'on délaie dans 500 grammes ou un demi-litre d'eau.

On porte alors à l'ébullition dans un vase non métallique un litre et demi d'eau additionnée de 12 à 15 grammes d'acide sulfurique étendu d'autant d'eau, et l'on y délaie peu à peu la matière. Après une heure d'ébullition soutenue, on met quelques gouttes de la liqueur dans une soucoupe, et après refroidissement, on y verse une goutte de *teinture aqueuse d'iode*. S'il se manifeste une belle couleur *bleue*, c'est une preuve que les parties féculentes ne sont pas encore converties en *glucose*, et l'on continue à faire bouillir en agitant. Lorsque la couleur *bleue* ne se montre plus, on

retire le vase du feu, on passe la matière dans un gros linge avec expression, puis on la filtre.

Si l'on plonge une petite parcelle de *papier bleu de tournesol* dans ce liquide, la couleur de ce papier, en devenant d'un *rouge* plus ou moins vif, dénote la présence de l'acide ; on détruit, ou plutôt on *neutralise* cet acide en versant dans la liqueur de la craie en poudre, jusqu'à ce que le papier de tournesol ne rougisse plus, et prenne tout au plus une *très légère* teinte vineuse. On laisse alors reposer ; et, après quelques heures, on décante le liquide clair, ou bien on filtre.

La liqueur ainsi préparée contient tout le *sucre-glucose* que l'on pouvait obtenir avec la matière traitée.

Il ne s'agit plus que de faire l'essai au saccharimètre pour connaître combien la liqueur donnée contient de sucre alcoolisable, comme rendement de 500 grammes de matière première, et par suite de telle quantité que l'on veut apprécier.

Nous renvoyons au chapitre de l'*Alcoométrie* pour la méthode à suivre quand on veut expérimenter la fermentation des jus essayés et se rendre un compte pratique par la distillation.

CHAPITRE V.

Fermentation.

Nos matières sucrées sont prêtes et transformées en glucose alcoolisable ; nous en avons apprécié la richesse par des moyens chimiques ou physiques, et nous nous sommes assurés que nous faisons une opération avantageuse. Nous avons maintenant à changer ce sucre en alcool par l'acte de la fermentation.

Pour l'alcoolisateur ordinaire, la fermentation n'est autre chose que le dédoublement des matières sucrées en alcool et en acide carbonique, sous l'influence d'un ferment, de l'humidité et d'une certaine chaleur. L'homme de pratique n'a besoin, pour diriger cette phase importante de l'alcoolisation, que des simples notions dont voici le résumé, emprunté à notre *Traité de l'alcoolisation de la betterave.*

« On distingue trois espèces de fermentations, ou plutôt trois phases de la fermentation, auxquelles on a donné le nom de *fermentation vineuse* ou *alcoolique*, *fermentation acéteuse* ou *de vinaigre*, et *fermentation putride.*

» La fermentation vineuse ne peut avoir lieu que sur le sucre de fruits ou de raisins, ou fermentescible ; elle est la conséquence d'une simple transformation ou plutôt d'un dédoublement : en effet, le sucre, composé de 12 proportions d'eau et d'autant de carbone, se décompose sous l'influence du ferment en 4 proportions d'acide carbonique et 2 proportions d'alcool, dont la valeur est absolument iden-

tique. Si la fermentation se prolonge, l'alcool, formé de 4 proportions de carbone, 2 proportions d'eau et 4 d'hydrogène, se modifie à son tour et devient de l'acide acétique ou vinaigre radical. Ces deux fermentations se succèdent toujours, pourvu que l'on prolonge les causes de la transformation, c'est-à-dire l'action d'un levain et une chaleur suffisante en présence de l'eau.

» Si la fermentation putride se produit à la suite des deux autres, ou même de prime abord, la décomposition complète du corps hydrocarboné a lieu, et il se forme des produits de nature diverse.

» De ce que nous venons de dire on peut déduire les conclusions suivantes :

» 1° Le sucre fermentescible éprouve la fermentation vineuse ou alcoolique, quand on le met en présence d'un ferment et de l'eau.

» 2° Si l'on prolonge la fermentation, l'alcool se change en acide acétique et il se produit du vinaigre en présence de l'eau.

» 3° Si la fermentation est encore prolongée, elle passe à la putridité ou pourriture, et il y a décomposition complète.

» La plupart des corps hydrocarbonés féculents ou sucrés sont plus ou moins mélangés de principes albumineux, qui font la fonction des levains et déterminent facilement la fermentation (1); mais on em-

(1) Il résulte de cette proposition, qui ne nous appartient pas plus qu'à beaucoup d'autres, une conséquence facile à déduire et dont

ploie généralement 2 ou 3 pour 100 de levûre de bière que l'on mélange avec la solution sucrée. Si l'on a élevé la température entre 20 et 30 degrés, on aperçoit promptement le dégagement du gaz acide carbonique, lequel s'échappe sous forme de bulles nombreuses : la cessation de ce dégagement du gaz annonce la fin de la fermentation alcoolique. Ici nous appellerons l'attention du lecteur sur une observation de la plus haute importance. Si l'on prolonge la fermentation, une partie de l'alcool éprouve la fermentation *acéteuse*, et l'on fait une perte irréparable. D'autre part, si la fermentation n'est pas complète, tout le sucre n'est pas transformé en alcool, et l'on n'en retire pas la quantité indiquée par la théorie ; mais dans cette circonstance, le liquide encore sucré pouvant servir à une nouvelle opération après la distillation de l'alcool produit, l'inconvénient est moindre, sinon complétement nul. Nous reviendrons plus loin sur la conséquence pratique de ceci.

» Quant à l'action des ferments sur les matières sucrées, elle est encore inexpliquée ; mais on doit remarquer que le ferment supérieur ou *chapeau* qui se forme à la surface du liquide en fermentation est de

---

l'application doit se faire ultérieurement, à propos d'une *idée* de M. Dubrunfaut : c'est qu'on peut se passer de levûre de bière pour obtenir la fermentation. M. Dubrunfaut est loin d'être l'auteur de cette idée ; il a seulement le mérite incontestable de l'avoir appliquée à un procédé industriel. Il est bon de constater *la vérité absolue* partout où on la rencontre. (*N. B.*)

nouvelle formation, tandis que celui qui se précipite au fond du vase est *usé*, et n'a plus d'action utilisable.

» Nous trouvons dans un ouvrage de M. Virey quelques observations fort justes, les voici :

» La présence de l'air n'est pas indispensable pour cette fermentation (l'alcoolique), et il ne s'absorbe point d'oxygène. Il est au contraire avantageux d'empêcher l'accès de l'air dans les fermentations vineuses, car il tend à les faire passer à l'acétification. C'est pourquoi l'on recouvre ou l'on ferme les cuves ; par ce même procédé, on perd moins d'alcool, dont une portion se dissiperait toujours avec le gaz acide carbonique émané de cette fermentation. Ce fait est constaté.

» La fermentation vineuse a besoin de sucre et de ferment, non pas toujours d'air atmosphérique ou d'oxygène.

» Du moût de raisin, conservé une année entière par le procédé d'Appert, entre en fermentation lorsqu'on le transvase à l'air, et l'on fait ainsi des vins mousseux. Il faut donc la présence du gaz oxygène, cela est prouvé par l'expérience, comme aussi pour les autres substances fermentescibles.

» Si le procédé d'Appert empêche la fermentation, c'est que les bouteilles qui contiennent ces substances n'ont plus d'oxygène dans l'intérieur, et que le peu qui y était a été absorbé.

» Au contraire, le sucre et la levûre de bière fermentent sans besoin de gaz oxygène.

» Le moût obtenu sans contact de l'air, et qui ne

fermenterait pas ainsi, fermente en y faisant plonger les deux fils d'une pile galvanique. C'est aussi pourquoi le bouillon, le lait, se coagulent et entrent spontanément en acescence par l'état électrique de l'atmosphère.

» Les ferments sont variables selon la nature diverse des matières fermentescibles. Le moût, sans contact de l'air, ne fermente pas, mais il fermente à l'air, de 15 à 30 degrés. Dans le gaz oxygène, la fermentation s'opère bien, mais le moût ne fermente pas dans l'hydrogène. Du moût bouilli ne fermente plus, car le ferment est alors coagulé.

» Le gaz oxygène est donc nécessaire pour exciter la fermentation, mais non pour être absorbé ; puisque le produit d'acide carbonique est bien plus considérable que l'oxygène absorbé. Des matières animales très putrescibles à l'air, renfermées dans un vase clos, et chauffées à l'eau bouillante (méthode d'Appert), ne se putréfient pas, car l'oxygène du vase est absorbé ; il reste le gaz azote pur. Si l'on débouche le vase, la putréfaction peut se rétablir. »

Nous devons ajouter que la production de l'alcool se continue dans les vases clos et fermés après qu'elle a été commencée à l'air ; mais que la privation d'air ne permet pas la transformation de l'alcool en acide acétique. Continuons cependant notre citation :

« Le *ferment* se trouve dans la levûre de bière, dans le gluten de l'orge et de graines céréales, ou dans le raisin et tous les fruits sucrés, mais renfermé entre les membranes qui forment des cellules contenant le suc

de ces fruits, selon l'observation de Fabrioni : de là vient que ceux-ci ne peuvent pas fermenter si leurs cellules ne sont pas brisées. Il est nécessaire à toute fermentation alcoolique, et le sucre ne se décompose qu'à proportion de ce principe ; mais le ferment n'est pas de nature identique dans toutes les substances, et celui du raisin est autre que celui de la bière, comme le pense M. Gay-Lussac ; car s'il faut la présence de l'air pour la fermentation du moût de raisin et autres sucs de fruits, elle n'est pas nécessaire pour le sucre et la bière. L'acide sulfureux mute le ferment ou arrête son action, soit en se combinant avec lui, soit en lui enlevant de l'oxygène.

» L'état électrique de l'atmosphère ou l'électricité artificielle et galvanique excitent la fermentation dans les liquides sucrés, même sans la présence de l'oxygène. De là viennent aussi l'acescence du bouillon, la coagulation du lait par l'électricité atmosphérique. La manne ne passe pas à la fermentation spiritueuse. Selon Proust, le gluten ou ferment cède de son azote, qui se dégage aussi dans la fermentation. A mesure que le ferment est privé d'une portion de ce principe, il devient insoluble, se précipite en lie, est incapable d'opérer alors la décomposition du sucre. Divisé par le tartre, le ferment n'en paraît que plus propre à opérer la conversion du sucre en alcool ; la chaleur le concrète, c'est pourquoi le raisiné ou moût de raisin concentré au feu ne peut plus fermenter de lui-même. Le gluten de froment, la partie concrescible de plusieurs sucs de plantes, sont de vrais ferments ; on en

trouve même dans la fleur de sureau. Plusieurs expériences semblent constater que l'alcool ne peut pas être transformé en vinaigre, même avec diverses matières fermentescibles, telles que la gélatine animale, ou la végétale, la mère de vinaigre, le gluten, la levûre, etc.; selon quelques chimistes; mais le fait contraire a paru plus vraisemblable.

» Selon Macbride, dans le nord de l'Europe, on obtient une liqueur enivrante au moyen du poisson et de l'eau qu'on fait fermenter dans des trous creusés en terre et garnis d'écorce de bouleau; car les matières animales augmentent la fermentation spiritueuse des végétaux sucrés.

» S'il y a trop de matière sucrée dans le liquide, relativement au ferment, une partie du sucre reste indécomposée: tels sont les vins liquoreux du Midi. Si le ferment surabonde, il décompose tout le sucre, et tend à faire passer la liqueur à l'état d'acide acétique, comme dans les vins des pays plus froids. C'est pourquoi il faut les séparer de leur lie, les clarifier en les collant, ou les *soufrer* pour coaguler le ferment surabondant, ou bien ajouter de la matière sucrée. Les liqueurs dans lesquelles on retient de l'acide carbonique sont fumeuses et mousseuses, comme le vin de Champagne et les bières. »

» Nous résumons en quelques mots les notions les plus importantes sur la fermentation.

» La fermentation *alcoolique* consiste dans la transformation en *alcool* et en *acide carbonique* que le sucre fermentescible éprouve quand on le met en présence

d'un *levain* ou *ferment* et de *l'eau*, à la température de 15 à 20 degrés.

» La fermentation, commencée à l'air libre, doit se continuer à l'abri de l'air, afin d'éviter la perte d'une partie de l'alcool par évaporation, et la transformation d'une autre portion en vinaigre. Il importe donc de couvrir les cuves.

» Quoique la fermentation puisse avoir lieu sous l'action des *ferments naturels* ou des *matières albumineuses* contenues dans le liquide à fermenter, il vaut mieux, pour être plus sûr du résultat, la déterminer par l'addition de 2 ou 3 pour 100 de levûre de bière, calculés sur le poids du sucre fermentescible.

» Ainsi, on a placé dans une cuve 20 hectolitres de liquide contenant en dissolution 10 kilogrammes de matière sucrée par hectolitre; c'est sur *deux cents* kilogrammes de sucre qu'il faut régler la quantité de levûre à ajouter : cette quantité serait de 4 à 6 kilogrammes.

» La fermentation est quelquefois *tumultueuse*, c'est-à-dire que les bulles se dégagent en si grand nombre, que le liquide est exposé à déborder au-dessus de la cuve; on remédie à cet inconvénient en y jetant de l'*huile* ou une *dissolution de savon*: les corps gras s'opposent efficacement à ce développement inopportun du gaz, et lui font prendre une marche uniforme.

» Il vaut mieux arrêter la fermentation aussitôt après la cessation du dégagement gazeux, que d'attendre plus tard. Trois jours sont grandement suffisants; car si la matière sucrée n'est pas décomposée,

on est sûr de la reprendre avec les *vinasses* dans une opération suivante, et de ne rien perdre ; au contraire, par une fermentation trop prolongée, outre l'évaporation d'une partie de l'alcool formé, on en perd une certaine quantité qui se transforme en vinaigre. »

Ces notions sont grandement suffisantes pour l'homme de pratique, et l'on peut en déduire aisément les divers principes qui servent de base à la fermentation alcoolique. Nous les indiquons ici sous forme de propositions, afin que leur application ne souffre aucune espèce de difficulté.

Principes pratiques de la fermentation alcoolique. — 1° La fermentation *alcoolique* ou *vineuse* consiste dans la transformation d'une matière sucrée *fermentescible* en alcool et en acide carbonique par l'action d'un *ferment*, en présence de l'eau, et sous l'empire d'une certaine température.

2° Les sucres ne sont fermentescibles que lorsqu'ils sont à l'état de sucre de fruits ($C^{12}H^{11}O^{11}HO$) ou de glucose ($C^{12}H^{13}O^{13}HO$).

3° Le ferment le plus employé est la *levûre de bière :* la quantité proportionnelle est de 2 à 3 pour 100 de la matière sucrée.

4° Le liquide sucré fermentescible porte le nom de *moût;* il doit peser 8 ou 9 degrés au pèse-sirop des confiseurs.

5° La fermentation exige une température moyenne de 20 à 30 degrés centigrades, bien qu'elle puisse avoir lieu à des températures plus basses ou plus élevées.

6° La fermentation s'annonce par un dégagement considérable d'acide carbonique, et elle est terminée quand tout le sucre est détruit : alors le pèse-sirop ne marque plus que 0° ou 1 degré tout au plus, si l'on tient compte des matières insolubles qui peuvent se trouver dans le liquide.

7° La fermentation exige la présence de l'air à son principe; mais aussitôt qu'elle a commencé à se développer, elle n'en a plus aucun besoin.

8° Aussi est-ce une bonne pratique de couvrir les cuves en fermentation, pour éviter la déperdition de l'alcool, lequel s'évaporerait en parti avec l'acide carbonique.

9° Par cette occlusion des cuves, on évite aussi une partie de la perte qui résulte de la formation de l'acide acétique aux dépens de l'alcool le premier formé.

Ainsi, pour résumer ces principes et en admettant une cuve remplie aux deux tiers de sa hauteur par 50 hectolitres de liquide, contenant 18 pour 100 de matières sucrées, on délaiera 18 à 25 kilogrammes de levûre dans une quantité suffisante du moût, et l'on versera cette levûre dans la cuve, où on la mélangera par un brassage de quelques minutes. Au bout d'une heure, on couvre la cuve, et il ne suffit plus que de maintenir la température entre 20 et 30 degrés pour conduire la fermentation à son terme.

Moyens d'activer la fermentation. — Il y a un certain nombre de substances qui jouissent de la remarquable propriété d'activer l'action des ferments, lorsqu'elle se ralentit pour une cause dépendant de la

diminution de leur *vitalité*. Parmi ces matières nous indiquerons :

1° Le *sulfate de soude*. Voici la manière de l'employer :

Prenez :

Sulfate de soude.......	4 ou 5 grammes.
Farine de froment......	50 —

Faites une pâte bien homogène avec un peu d'alcool à 84 ou 90 degrés ; délayez cette pâte dans une quantité suffisante de moût, et ajoutez à la masse en agitant.

Les quantités précédentes sont calculées pour un hectolitre ; ce moyen est excellent pour activer la fermentation, sans la rendre tumultueuse ; il en est à peu près de même du suivant.

2° La *crème de tartre pure*. Elle s'emploie comme le sulfate de soude. Nous nous en sommes souvent très bien trouvé.

3° L'*acide tartrique*, l'*acétique*, le *citrique* et la plupart des acides organiques. Nous avons dit que l'oxalique aide comme les autres acides à la saccharification naturelle ; cela est vrai, mais il nuit à la fermentation.

Si le moût contenait plus de 20 pour 100 d'alcool, ce fait suffirait pour arrêter la fermentation ; les alcalis, le sulfate de chaux, les acides minéraux, etc., sont doués d'une propriété analogue.

Théorie de la fermentation.

Ici les opinions de toutes les nuances se heurtent et se croisent, pour ainsi dire, dans tous les sens. Nous exposerons les deux principales, autour desquelles les autres plus ou moins divergentes semblent s'être groupées. Les uns voient dans la fermentation alcoolique un simple dédoublement chimique, sous l'influence du ferment, dans lequel ils ne considèrent qu'une *matière albuminoïde* remplissant un rôle presque passif, et ne se manifestant que par une action de présence ou *catalytique*. Les autres, vitalistes ou *microphiles*, regardent le ferment comme un végétal à l'état de dissociation, susceptible de vivre et de se reproduire dans certaines conditions données. Selon ces derniers, la reproduction de ces *plantules* ou de ces *animalcules* infusoires a lieu par bourgeonnement; ce serait de ces petits êtres que se dégagerait l'acide carbonique produit par leur action sur le sucre.

Nous allons examiner avec attention les principales idées que l'on rencontre dans chacune de ces opinions.

A. *Nature du ferment.* — Suivant les *chimistes*, la plupart des matières albuminoïdes ont la propriété d'exciter la fermentation, lorsqu'elles ont éprouvé un commencement d'altération et de putridité. Toutes les substances animales en putréfaction ont un pouvoir très analogue, et sous ce rapport, on pourrait considérer leur action comme très voisine de celle des *virus*, et regarder les ferments comme de véritables

agents septiques. Cette opinion rapprocherait peut-être les idées des chimistes de celles des vitalistes, s'il était possible de les forcer à s'accorder sur le mode d'action des agents septiques. Les uns y verront toujours une désagrégation moléculaire, une décomposition, une simplification ; les autres ne peuvent rien y voir qu'un mouvement vital particulier, que la fonctionnalité d'êtres microscopiques, absorbant, détruisant, pour leurs besoins d'assimilation, les êtres au contact desquels ils se trouvent placés par les circonstances. Comme on peut le voir, la théorie de l'*oïdisme* n'est pas chose spéciale à la vigne, et l'on pourrait retrouver les mêmes idées dans mille aberrations de l'esprit humain, dans lesquelles on rencontre à la fois de grossières erreurs et d'admirables vérités.

Nous avouons franchement notre penchant au vitalisme, et bien qu'il nous inspire parfois une sorte de crainte en face des préjugés absurdes qui s'entre-choquent, nous croyons qu'il est possible de concilier les opinions si diverses. Il suffit souvent de découvrir un coin du voile pour que la vérité se fasse jour, et que de ses premières lueurs on puisse déduire d'innombrables conséquences. Pour nous, voici comment nous comprenons la *vie*, sans rien ôter au mérite réel des investigations chimiques, lesquelles ne peuvent porter que sur l'instrument vital, sur la molécule, sur le fourreau de la force vivante. Nous ne ferons qu'exposer brièvement nos idées, nous réservant de les démontrer dans un travail que nous espérons publier

l'an prochain, et qui présentera toutes les preuves désirables dans l'état actuel des connaissances humaines.

1° Toutes les *forces* inventées par les physiciens ne sont qu'une preuve de la pauvreté du langage.

2° Il n'y a qu'*une force* unique, constante, *universelle*, dont les manifestations diverses ont donné le change et conduit à une foule de dénominations relatives à des forces *prétendues* spéciales : cette *force centrale* est le pouvoir électrique, âme universelle du monde.

3° L'électricité procède du centre à la périphérie, par voie de rayonnement, quand il n'y a pas d'obstacles qui s'opposent à cette direction, ou qu'elle n'a pas à suivre un *conducteur* particulier.

4° L'électricité d'un corps est en raison directe de sa masse en tant que *puissance latente*, et en raison directe de sa complication en tant que *puissance active*.

5° Il suit de là que plus un corps sera complexe, plus les manifestations de l'*électricité intime* seront nombreuses et délicates ; le contraire arrivera pour les *corps simples*, ou moins complexes, en général.

6° Le pouvoir *électro-vital* est le même dans tous les êtres : *Minéraux, végétaux, animaux, tous ont le même principe vital, qui se manifeste plus ou moins, en raison de l'organisation ou plutôt de la complexité de ces êtres*. Pour nous, le plus simple *cristal*, la dernière *mucédinée*, l'*animal* le plus complet, jouissent de la même vitalité, et toutes les *combinaisons*, tous

les *actes fonctionnels* dérivent de la même source.

Ces principes généraux posés, nous admettons avec les *chimistes* la composition *élémentaire atomique* du *ferment*, mais nous nous rattachons aux idées vitalistes sous le rapport physiologique.

Nous croyons donc que les éléments dissociés des êtres dits *vivants* ne sont en dernière analyse, au point de vue de l'*organisation*, que des globules infiniment ténus, microscopiques, dans lesquels la *vie* subsiste encore, et à l'état latent, dans une sorte de demi-sommeil, n'appelle qu'une occasion et des circonstances pour se manifester.

Ordinairement, le mouvement *électro-vital* des corpuscules est *gyratoire*; celui des globules du ferment n'est pas en désaccord avec cette règle, mais il se traduit par des mouvements de *va-et-vient* de bas en haut, et réciproquement, au sein d'un liquide dont la pression s'oppose à la motion normale. Un autre obstacle à ce que le mouvement régulier des *vésicules* levûriennes s'opère, repose sur la grande quantité de ces globules, lesquels gênent mutuellement leur action individuelle. Mais la cause la plus importante et la plus active de ce mouvement ascensionnel, suivi d'une descente rapide, est dans la production de l'acide carbonique par les globules du ferment aux dépens du sucre. Il est à noter que cet acide, plus léger que le liquide, bien que d'une densité supérieure à celle de l'air, emporte les globules avec lui, comme le gaz hydrogène emporte un ballon; en arrivant à la surface, le gaz s'échappe, et le corpuscule retombe par

son propre poids, tout comme le ferait une nacelle d'aérostat détachée du globe qui l'entraîne.

Quelques globules perdent leur acide carbonique en route, et ils nagent dans la liqueur, livrés à des mouvements insolites. D'autres, parvenus à tout leur développement, et rendus plus légers par le gaz qui remplit leur capacité, restent à la superficie. Ceux qui, à demi usés ou flétris, ne sont plus aptes à élaborer encore le sucre, à le travailler, ou bien les *globules-souches*, séparés de leur nombreuse lignée, retombent au fond, inutiles désormais, ou n'ayant plus qu'une action très lente.

Ainsi, chimiquement, les ferments sont des *matières azotées* ayant subi un commencement de décomposition, de putréfaction. Nous donnons ici la composition de quelques-unes de ces matières, afin de faire voir leur analogie et leur ressemblance.

POIDS COMMUN : 100 grammes.	CARBONE.	HYDROGÈNE	OXYGÈNE.	AZOTE.
Levûre de bière.	50,60	7,30	27,10	15,00
Protéine......	57,29	6,63	21,22	14,85
Légumine.....	51,96	7,04	20,78	20,21
Albumine.....	53,00	7,00	24,00	15,00
Caséine.......	60,00	7,00	11,00	21,00
Matière cornée.	50,80	6,80	23,50	16,30
Fibrine.......	62,78	6,96	13,48	16,78

On peut aisément conclure du tableau qui précède la presque similitude des matières dites albuminoïdes; la gélatine se rapproche énormément de la composition de la matière cornée, et, comme toutes les autres

substances qui viennent d'être citées, elle peut déterminer la fermentation alcoolique lorsqu'elle est entrée elle-même en voie de décomposition, ou mieux de *dissociation*. En effet, il importe à la production de ce phénomène que les globules soient en séparation plus ou moins avancée de la masse agrégée qu'ils formaient, pour arriver à l'unité de simplification, à la CELLULE OU UTRICULE, laquelle est ici le principe primordial, comme dans tous les êtres végétaux ou animaux, et qui se reproduit toujours par bourgeons, avec une extrême tendance à la ramification.

La *levûre de bière* est prise en général comme le type des ferments ; elle en est aussi le plus actif sous un poids donné. Les chiffres analytiques de M. Regnault (*Cours élémentaire de chimie*) diffèrent de ceux que nous avons indiqués.

Voici les données de cet habile chimiste.

« Le levûre fraîche contient :

Carbone........	47,00
Hydrogène......	6,60
Oxygène, environ.	35,00
Azote..........	10,00

et, de plus, de petites quantités de soufre, de phosphore et de quelques bases minérales, telles que la potasse et la chaux.

» La même levûre, après la fermentation, renfermait :

Carbone........	47,60
Hydrogène......	7,20
Azote..........	5,00

» Ainsi, le carbone était resté à peu près le même,

l'hydrogène s'était accru sensiblement, l'azote avait diminué de moitié. »

C'est principalement de la levûre de bière que nous parlons ici ; mais nous ne pouvons nous empêcher de faire une observation qui vient naturellement à l'esprit quand on réfléchit à la ressemblance des matières susceptibles de produire la fermentation : c'est qu'il ne peut y avoir qu'*un seul ferment*. Si l'on pouvait l'isoler complétement des principes immédiats dont il fait partie, cette vérité acquerrait une force démonstrative, mais de nouvelles recherches sont encore à faire sur ce sujet.

Est-ce la partie grasse qui jouit de la force active dans le globule levûrien, ou bien serait-ce la portion azotée ? etc. Ces questions méritent qu'on s'en occupe au point de vue chimique, et leur solution aiderait puissamment à faire comprendre la fermentation, ou du moins, fournirait-elle au raisonnement des arguments positifs ou négatifs.

La levûre de bière, pressée, telle qu'elle se trouve dans le commerce, offre à l'œil une pâte compacte, d'un jaune grisâtre et très friable. La levûre fraîche est une bouillie grisâtre, écumeuse, et elle présente, comme celle qui est en pâte, une odeur particulière, une saveur assez amère, et elle rougit le papier bleu de tournesol. La chaleur, poussée jusqu'à 100°, ou le froid de la glace et même inférieur à 60° au-dessous de zéro, n'ont aucune influence sur les propriétés de la levûre, d'aprés des observations qui paraissent concluantes.

Nous bornerons à ces généralités ce que nous avions à dire de la nature du ferment, afin de pouvoir consacrer quelques pages à son mode d'action et ensuite à l'étude des nombreuses fermentations que l'on a cru devoir désigner par ce nom, qui ne convient guère, cependant, qu'à la fermentation *vineuse* ou *alcoolique*.

B. *Du mode d'action du ferment.* — Le ferment n'agit qu'au contact, et les émanations du ferment, ou les eaux qui ont servi au lavage de la levûre, n'ont pas d'influence sur le sucre.

Le pouvoir de la levûre comme ferment est très considérable ; et bien que nous ayons conseillé 2 à 3 parties de levûre à employer pour 100 de sucre, une partie de levûre *sèche* suffit grandement pour donner une très bonne fermentation. La levûre se reproduit en quantité sept ou huit fois plus considérable que celle employée, lorsqu'elle agit sur des substances renfermant un principe azoté.

Nous avons attribué à la force *électro-vitale*, ou à l'électricité intime des globules de la levûre, la facilité avec laquelle ces corpuscules reprennent, dans des circonstances favorables, les fonctions de la vie, passées à l'*état latent*, tombées dans une sorte de *léthargie*. Les sucs végétaux contiennent des matières albuminoïdes, ferments naturels très actifs, qu'il suffit d'isoler par un commencement de décomposition, pour qu'ils agissent avec énergie sur le sucre de fruits soumis à leur contact : ici le mouvement vital n'a subi qu'un repos très court, qu'une suspension très éphé-

mère, et le mouvement gyratoire des corpuscules utriculaires n'a éprouvé qu'un temps d'arrêt insignifiant, si l'on pense à certaines *conferves*, qui peuvent *revivre*, quand on les place dans l'eau, après une dessiccation de plusieurs mois.

Examinons d'abord l'action chimique du ferment, afin d'acquérir la conviction entière de la réalité du vitalisme en cette matière.

Voilà de l'eau, du sucre, du ferment... 1° M. Thenard dit que le carbone du ferment s'unit à l'oxygène du sucre pour former les premières *particules* d'acide carbonique CO^2..., puisqu'une fois le premier mouvement donné, le reste va tout seul.

Avons-nous besoin de faire remarquer l'incohérence de ce système gratuit et hypothétique, d'une part, contraire aux faits les mieux observés, de l'autre? Nous ne contestons pas les travaux de M. Thenard, mais il s'est trompé ; car : 1° L'acide carbonique ne peut se former aux dépens du carbone du ferment, puisque après la fermentation, le carbone de la levûre n'a pas éprouvé de diminution (Regnault, *Cours élémentaire*). 2° Il est antirationnel d'admettre un même mouvement primordial se continuant bénévolement sans cause, sur une simple supposition, tellement agréable que ce mouvement puisse être à M. Thenard. 3° Il eût été moins opposé à la *saine probabilité* de rapporter les premières portions d'acide carbonique formées à la combinaison du carbone du sucre avec l'oxygène du ferment, ce qui est l'opposé de ce que dit M. Thenard.

Ce savant est encore dans l'erreur à propos de la destruction *complète* de l'azote du ferment, puisqu'il est reconnu par l'analyse chimique, que la pert ne s'élève qu'à la moitié et non à la totalité.

2° On a demandé ce que devient cet azote détruit, et pourquoi, en outre, la présence de l'azote de l'air est nécessaire à la fermentation vineuse. Personne n'a élucidé cette question.

Si nous l'étudions de sang-froid et en mettant de côté toutes les préventions des systèmes préconçus, nous arriverons à un résultat très élémentaire, que nous exposerons dans les propositions suivantes :

a. — Soit donné un globule B mis en contact avec une particule de sucre et une d'eau albumineuse; au bout de quelques instants, le globule primordial produira un globule de même nature, et deviendra B + B'.

b. — Cette reproduction d'un globule *azoté* se fera aux dépens : 1° de l'*azote* du globule primordial B ; 2° de l'*azote atmosphérique;* 3° de l'azote des matières albuminoïdes contenues dans le liquide ; 4° de l'*hydrogène* et de l'*oxygène* de l'eau du liquide, décomposée en partie ; 5° de l'*acide carbonique* dissous dans l'eau, d'une très faible portion de celui de l'air, et d'une partie plus faible encore de celui produit par la décomposition du sucre, cette dernière à peine appréciable ; 6° du *carbone* contenu dans les substances diverses de la liqueur.

c. — Ce qui justifie cette hypothèse, c'est que la levûre qui agit sur le sucre pur devient inerte.

d. — Si l'on représente le globule primitif par les lettres B + Az :

On aura pour le second $B' + Az$ également ;

Mais le premier sera devenu $B + \frac{Az}{2}$,

Le troisième sera $B'' + Az$,

Pendant que le second ne sera plus que $B' + \frac{Az}{2}$,

et ainsi de suite.

e. — L'azote de l'air n'intervient donc qu'à titre de matière nutritive, indispensable à la reproduction des globulins de ferment, et c'est encore pour cette raison que l'*urée*, introduite dans un liquide en fermentation, est entièrement décomposée, son azote servant à cette multiplication par voie de bourgeonnement. C'est encore pour cela que la multiplication des globules de levûre a lieu surtout dans la fermentation des liquides contenant des substances albuminoïdes, du gluten, etc., et que dans le sucre pur, cette reproduction est insignifiante : dans ce dernier cas, la levûre primitive s'use, et voilà tout.

3° Nous ne suivrons pas M. Liebig sur les hauteurs où il lui a plu de monter à l'occasion de la théorie de la fermentation, et la loi de Berthollet ne peut pas être appliquée dans son sens purement mécanique, surtout quand la force électro-vitale des corpuscules levûriens n'est pas mise en cause.

4° Nous ne pouvons admettre que l'on fasse jouer à l'électricité native des corpuscules utriculaires de la levûre le rôle de moteur mécanique, et nous démontrerons tout à l'heure, par une série de propositions, que le phénomène de la fermentation rentre au com-

plet dans l'ordre des faits de la *vie* proprement dite.

5° L'action chimique de la levûre, ayant pour ré sultat final le dédoublement du sucre en alcool et acide carbonique, ne se fait : 1° ni dans les conditions hypothétiques de M. Thenard ; 2° ni dans les règles mécaniques de M. Liebig ; 3° ni par ce qu'on a appelé l'action *catalytique* ou de *présence*, dans le sens qu'on a donné à cette expression, et c'est ce qui nous reste à démontrer.

Nous avons précédemment dit quelques mots sur cette action cachée à laquelle on a imposé le nom de *catalytique* ou *divisante*, en nous rapportant aux diverses opinions des auteurs, lesquelles se recommandent toutes par une obscurité remarquable. N'était-il pas plus simple et plus rationnel d'admettre l'électricité intime comme la cause de toutes ces prétendues forces mystérieuses ? Tout le monde ne sait-il pas que la rupture d'équilibre entre deux courants d'électricité opposée peut produire les effets les plus extraordinaires, et que deux corps dont le fluide électrique prépondérant *est du même sens* se repoussent, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli par une saturation quelconque. Tout le monde aujourd'hui ne connaît-il pas les merveilleux effets de cette force électrique, démontrée par le galvanisme, etc. ?

L'action dite catalytique, que nous acceptons, *sauf le mot*, n'a pas d'autre cause. En effet, un corps A et un autre B étant donnés, il peut se faire que ces deux A et B soient en équilibre parfait, et que les courants

électriques entrecroisés qui en composent la force intime soient en parfaite *neutralité.*

Ils n'exerceront dans ce cas l'un sur l'autre aucune influence du genre de celle dont nous parlons et seront *indifférents*. Si, au contraire, A possède une électricité *gauche* plus considérable en intensité que celle de B, ou une électricité *droite* plus faible, par exemple, il y aura action mutuelle et réciproque jusqu'à ce que les deux corps soient mis en *rapport similaire proportionnel.*

A plus forte raison en sera-t-il de même si A est doué seulement de l'électricité *droite* et B de l'électricité *gauche;* il y aura action énergique, laquelle se continuera jusqu'au rétablissement d'équilibre.

Pour qui s'est rendu compte des effets de la force électrique sur les phénomènes de composition et de décomposition chimiques, il ressort de ceci quelques conclusions naturelles ; les voici :

1° Cette action électrique est souvent suivie d'un changement moléculaire suffisant pour amener la décomposition absolue ou relative de l'un des deux corps A et B.

2° Il arrive aussi que l'action se borne quelquefois à une simple modification *isomérique*, ou à un changement d'état moins appréciable encore.

La combinaison des *acides forts* avec les *bases puissantes* ne peut s'expliquer autrement ; il en est de même *à fortiori* de certains corps *neutres* qui jouent tantôt le rôle de bases, tantôt celui d'acides, selon des circonstances d'électricité intime mal étudiées jus-

qu'à présent. Il en est encore et toujours de même des actions dites de présence, lesquelles sont souvent aidées par une température expérimentale donnée, la plus favorable, sans doute, au rétablissement du rapport électrique, et, par suite, aux phénomènes qui en dérivent.

Nous croyons en avoir assez dit pour pouvoir repousser l'action catalytique de l'acte de la fermentation et de toutes les modifications chimiques des corps au moins avec l'idée qu'on y a attachée.

Nous rejetons également l'action mécanique divisante que l'on a attribuée aux globules levûriens, à raison de leur nombre prodigieux, etc... Il n'est personne qui ne sente combien cette idée frise l'enfantillage, et qui ne sache que la division mécanique ne peut jamais produire un dédoublement moléculaire, une décomposition chimique réelle.

Voyons donc quelle peut être l'opinion vitaliste sérieuse dont l'exposé peut nous conduire à vaincre ces difficultés.

1° Les globules du ferment ne sont autre chose que des *utricules* ou *vésicules* d'une électricité très intense, quoique à l'état latent ou de repos.

2° Cette électricité est en rupture d'équilibre ou de sens inverse avec celle du sucre en général.

3° Le mouvement électrique est dans le sens de l'axe des utricules; mais la forme sphéroïdale le modifie et détermine un mouvement général *gyratoire*.

4° La force électrique latente des globules est *réveillée* aussitôt la mise en contact avec le sucre, et les

deux substances agissent l'une sur l'autre en guise d'*excitateurs*.

5° L'action a lieu depuis + 5° jusqu'à + 100° et au delà ; elle n'est bien réglée, *quant à la production de l'alcool*, que de + 20° à + 30°.

6° La matière sucrée en dissolution pénètre dans le globule par imbibition (1), et immédiatement l'action électro-chimique se manifeste par le dégagement de l'acide carbonique.

7° Le dédoublement chimique du sucre en alcool et acide carbonique n'a lieu que sous l'influence du changement moléculaire produit par l'action électrique : il y a véritable dissociation des éléments de ce produit, et l'on n'en peut douter quand on songe sérieusement à la force électro-chimique employée aujourd'hui, même dans les arts, pour produire des combinaisons ou des décompositions.

8° Le gaz carbonique force le mouvement à changer sa direction normale, et à devenir *vertical* de *gyratoire* qu'il était ; le globule retombe ensuite par son propre poids.

9° C'est pendant ce mouvement de *descente* que l'utricule, sous la pression du liquide et par son propre *éréthisme* ou son *élasticité contractile*, se vide de l'alcool, résidu de la décomposition du sucre.

10° Quand le globule s'est vidé de l'alcool, lequel

---

(1) Nous sommes obligé d'admettre ici un effet d'*imbibition*, parce que les appareils microscopiques n'ont pu nous démontrer jusqu'à présent l'existence d'aucune ouverture, ni d'aucun *hile*. *N. B.*

se mèle au liquide, une nouvelle portion de liquide *moins sucré* y pénètre, et le mouvement recommence pour atteindre un *maximum* de rapidité qu'il ne peut dépasser, et enfin le calme revient après la destruction complète du sucre.

11° Si la levûre n'est pas en quantité suffisante par rapport au sucre, le mouvement est extrêmement rapide, jusqu'au retour du rapport d'équilibre entre la levûre et le sucre ; mais tout celui-ci ne peut être détruit, l'action n'ayant lieu complétement qu'entre des quantités équivalentes, non pas en nombres chimiques, mais en intensité électro-chimique.

Des onze propositions qui précèdent, on peut facilement tirer des conséquences générales à l'aide desquelles on se fera une idée très précise et très nette de la théorie de la fermentation.

Nous ne pouvons entrer dans le détail des observations qui nous ont conduit à l'établissement de ces principes. Il suffit que nous les ayons exposés franchement pour que nos lecteurs les examinent à loisir, certain d'avance que la bonne foi et l'impartialité ne tarderont pas à en reconnaître la justesse, bien qu'au premier aperçu ils paraissent s'éloigner de la plupart des idées *reçues* ou tout au moins *préconisées*.

Il va sans dire que toutes les substances dont les courants électriques sont de la nature de ceux des globules levûriens exciteront la fermentation, tandis qu'elle sera retardée ou même complétement arrêtée par celles qui exciteront entre elles et la levûre une réaction électro-chimique plus intense que celle du

sucre. Nous n'en dirons pas davantage sur ce sujet, malgré le puissant intérêt qui s'y rattache, et nous terminons ce chapitre en jetant un coup d'œil rapide sur les autres variétés de fermentation.

C. *Des fermentations autres que la vineuse.* — M. Dumas en reconnaît une douzaine *pour le moins;* mais la plupart d'entre elles ne se rapportent pas entièrement à la définition du savant chimiste. Nous ne parlerons donc, le plus brièvement possible, que des suivantes :

1° La fermentation *acéteuse* ou du *vinaigre;*

2° La fermentation *putride* ou de *pourriture;*

3° La fermentation *visqueuse* ou *glaireuse;*

4° La fermentation *lactique;*

5° La fermentation *butyrique.*

Les autres changements qui surviennent dans les corps *hydrocarbonés* intéressent peu le lecteur; nous croyons devoir les passer entièrement sous silence, par la raison que d'inutiles complications, sans autre but qu'un vain étalage scientifique, entraveraient notre marche et sortiraient complétement du cadre que nous nous sommes tracé. D'ailleurs, il est assez difficile de faire rapporter ces phénomènes à une véritable fermentation, et pour nous il n'y en a qu'une, la fermentation alcoolique.

1° *Fermentation acéteuse ou du vinaigre.* — Nous disions précédemment (page 65) : « L'alcool formé s'*oxyde* à l'aide d'un autre ferment, et se métamorphose en un troisième produit dont la succession est directe : l'*acide acétique.* Quoique l'alcool ne fermente

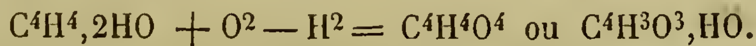
pas quand il est pur, ou simplement étendu d'eau (et nous entendons par cette fermentation, la seconde, *qui est une véritable oxydation* où combinaison avec l'oxygène), dès qu'on le met en contact avec une matière albuminoïde, quelle qu'elle soit..., il se développe une fermentation secondaire, à laquelle nous donnerons bientôt le nom d'*acéteuse*, pourvu toutefois que l'on conserve la présence de l'air, *laquelle est indispensable pour fournir de l'oxygène.* »

Ces quelques lignes renferment ce qu'il y a de plus important à connaître dans la fermentation du vinaigre, sur laquelle, d'ailleurs, nous allons donner quelques détails. Si nous prenons la formule de l'alcool $C^4H^4,2HO$, et que nous la comparions à celle de l'acide acétique *hydraté* $C^4H^4O^4$, ou $C^4H^3O^3,HO$, nous pourrons en conclure :

1° L'alcool se transforme en acide acétique par la fixation de 2 équivalents d'oxygène.

2° L'alcool perd 2 équivalents d'hydrogène pour se transformer en acide acétique.

Et l'on peut exprimer cette réaction par l'équation :



$$C^4H^4,2HO + O^2 - H^2 = C^4H^4O^4 \text{ ou } C^4H^3O^3,HO.$$

La présence d'un ferment, de l'eau et de l'air, est nécessaire à l'oxydation de l'alcool, bien qu'au contact de la mousse de platine ou du noir de ce métal, cette métamorphose ait lieu sans eau ni ferment, en vertu seulement de l'action électro-chimique du platine sur l'alcool.

Les matières albuminoïdes jouent-elles le rôle de

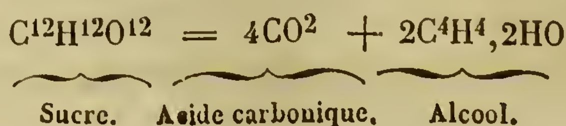
ferment sur l'alcool, dans la production du vinaigre, et peut-on donner justement à cette transformation le nom de fermentation?

Quelques-uns penchent pour l'affirmation dans cette question; d'autres prétendent le contraire, se fondant sur l'oxygénation qui se produit plus ou moins lentement dans tous les liquides alcooliques, au contact de l'air, surtout quand la chaleur est portée de + 30° à + 40°. Sans chercher précisément à trancher la difficulté, on peut examiner quelle est la valeur des raisons déterminantes des uns ou des autres.

1° Quoique l'alcool produit au sein d'un liquide sucré en fermentation soit transformé pour une partie en acide acétique, sous l'influence de l'eau, de l'air et d'une certaine chaleur, en présence du ferment, ce fait ne suffit pas pour que l'on puisse en conclure que l'alcool s'oxyde par une véritable fermentation, dans le sens ordinaire du mot, et *notre action électro-chimique* suffit seule à expliquer ce phénomène, sans qu'on ait nul besoin de recourir à des théories surannées.

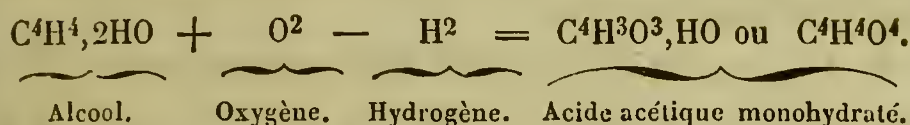
2° Il ne se développe jamais d'acide carbonique dans ce qu'on veut appeler *fermentation acéteuse*, et sous ce rapport la production de l'acide acétique ne ressemble en rien à celle de l'alcool. Nous rappelons ici les deux réactions :

1° *Fermentation alcoolique* :



$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Sucre.}} = \underbrace{4CO^2}_{\text{Acide carbonique.}} + \underbrace{2C^4H^4,2HO}_{\text{Alcool.}}$$

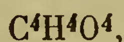
2° *Production de l'acide acétique :*



$$C^4H^4,2HO + O^2 - H^2 = C^4H^3O^3,HO \text{ ou } C^4H^4O^4.$$

3° On peut ainsi voir que la fermentation alcoolique consiste dans un simple dédoublement, tandis qu'il est loin d'en être ainsi dans la production de l'acide acétique.

4° Dans ce dernier cas, outre qu'il ne peut se dégager d'acide carbonique, le corps en modification (l'alcool) perd, à la vérité, 2 équivalents d'hydrogène, en présence du ferment, et peut-être à cause du ferment; mais il s'oxyde aux dépens de 2 équivalents d'oxygène de l'air, en sorte qu'on pourrait, à la vue de la formule



$$C^4H^4O^4,$$

lui imposer le nom de *bicarbure d'hydrogène quadroxé*, si l'on n'avait à craindre que certaines gens ne vissent une sorte de prétention dans ce mot nouveau qu'ils pourraient considérer comme un crime capital de notre part.

Tels sont les principaux arguments de ceux qui ne croient pas que l'*acétification* soit due à une véritable fermentation, et nous avouons que nous partageons leur opinion, surtout en considérant que leurs adversaires n'ont d'autres raisons à alléguer que la nécessité de la présence d'un ferment.

Nous ne parlerons pas des procédés que l'on emploie pour la fabrication des vinaigres ou de l'acide acétique; cette digression nous entraînerait hors de

notre sujet, sans apporter aucun avantage à la question que nous traitons.

2° *Fermentation putride ou de pourriture.* — On ne sait pas encore grand'chose sur les phases de la dernière décomposition qui réduit les corps à leur plus simple expression et les rend aux influences de la chimie générale, pour qu'ils aillent concourir à la création de nouveaux composés, suivant les lois éternelles de la divine sagesse que l'homme insulte et blasphème autant par ses ignobles et absurdes superstitions que par un scepticisme ridicule qui n'a souvent de réel que l'apparence.

Les uns font de tout un corps, les autres ne voient que l'âme, et les uns et les autres sont les insulteurs professionnels de la Divinité, à la suprême justice de laquelle leurs humaines et basses opinions répugnent également, fondées qu'elles sont sur l'égoïsme et l'amour-propre.

On sait que les corps organiques, dérobés à l'influence vitale de la force intime, ont une grande tendance à se transformer et à passer à l'*état inorganique*, sous l'empire de certaines circonstances, telles que l'humidité et un certain degré de chaleur.

Ainsi, les matières *carbonées* se dédoubleront de manière à perdre successivement leur *eau de combinaison*, puis leur *hydrogène* et leur *oxygène;* enfin, leur *carbone* s'évapore à l'état d'acide carbonique, au moins en grande partie, et, la plupart du temps, il ne reste plus du corps décomposé que du terreau, lequel se décompose aussi à la longue, à l'exception des *bases*

minérales fixes qui peuvent entrer dans sa composition. Ces dernières, beaucoup plus stables, entrent plus tard dans de nouveaux composés, ou, à la faveur d'une dissolution, pénètrent dans un nouvel *organisme*.

Il en est de même des matières *azotées* qui éprouvent une décomposition analogue, ainsi que des corps *hydrogénés;* mais cette décomposition putride, qui est le dernier terme de la dissolution, se trahit au dehors par l'odeur fétide des carbures d'hydrogène gazeux ou des produits ammoniacaux qui s'en dégagent.

Mais ce n'est pas non plus une fermentation, car les phénomènes qui l'accompagnent sont plutôt de l'ordre de ceux qui apparaissent dans les combustions lentes.

M. J. Liebig donnerait peut-être à cette fermentation le nom assez mal choisi d'*érémacausie;* nous préférons l'appeler plus simplement *pourriture* ou *décomposition finale*, tout en lui refusant le titre de *fermentation*.

La putréfaction n'a lieu qu'entre + 1° et + 100° de température, en présence de l'eau et de l'air.

Ainsi, les meilleurs moyens de conserver les matières végétales ou animales rentrent dans les trois catégories que voici :

1° Action du froid ou de l'extrême chaleur;

2° Privation d'eau par la dessiccation;

3° Privation d'air (procédé Appert, etc.).

Toutes les substances très avides d'eau, les agents qui coagulent l'albumine, sont également de bons

moyens conservateurs. Cette question est d'autant plus importante et plus sérieuse qu'elle se rapporte à l'alimentation générale par la plupart de ses corollaires. On ne saurait trop y réfléchir, et la gloire d'avoir aidé à assurer la nourriture de quelques-uns de ses semblables est assurément la plus belle et la plus noble que l'on puisse ambitionner. Il faut remarquer que lorsque la pourriture a commencé dans un corps, ou lorsqu'il est mis en présence et au contact d'un autre en décomposition, on ne tarde pas à voir celui qui était sain tomber en *putridité.*

Les causes de la putréfaction sont : la perte du mouvement vital, la chaleur modérée, l'eau et l'air. Il ne faut pas les chercher dans les animalcules infusoires qui sont renfermés dans la plupart des corps en putréfaction, bien qu'à la rigueur on puisse rapporter leur présence à la même classe de faits que ceux dont nous avons déjà parlé dans ce chapitre au sujet de la levûre de bière.

Il paraît cependant plus rationnel d'admettre que leur développement est accessoire, et que ces petits êtres n'apparaissent que lorsque les milieux favorables et les circonstances propices sont réunis pour leur multiplication.

3° *Fermentation visqueuse ou glaireuse.* — Cette modification des matières sucrées est encore plus mal définie et moins connue que la précédente, et M. Payen lui-même, que l'on a fait passer pour infaillible en ces matières, ne nous semble pas l'avoir beaucoup mieux étudiée que ses devanciers.

1° Dans la fermentation *visqueuse*, à laquelle on doit conserver le nom de *fermentation*, par la raison qu'il s'opère un dédoublement de la matière sucrée, *il n'y a pas de production d'alcool.*

2° Les principaux produits de cette fermentation sont : 1° un mucilage particulier qui n'a pas été analysé ; 2° de la mannite ayant pour formule $C^6H^5O^4,2HO$ ou $C^6H^7O^6$, en sorte que dans la réaction qui se produit, il reste à déterminer d'une manière définitive :

A. Ce que deviennent 6 équivalents de carbone, 5 d'hydrogène et 6 d'oxygène, qui restent sur le sucre décomposé.

B. Quelle est la portion de ces éléments qui se groupent pour former de l'acide carbonique, et en quelle quantité se forme cet acide CO^2.

C. Quelle est l'origine du mucilage visqueux et sa composition.

En d'autres termes, presque tout reste à faire dans cette étude.

3° On attribue la transformation glaireuse à une cause assez sérieuse : l'action trop faible de la *levûre de dépôt*, laquelle n'a plus qu'une force électro-chimique insuffisante pour agir complétement sur le sucre.

4° Le principal remède à employer consiste à ne se servir que de *bonne levûre fraîche supérieure* ou de *chapeau*.

5° On doit, en outre, tenir les cuves à fermentation très propres, les laver de temps en temps à l'eau acidulée de 5 à 7 pour 100 d'acide sulfurique, et y

passer de temps en temps un lait de chaux pour neutraliser les ferments acides.

6° Cette dégénérescence se produit très aisément dans les jus de betterave et les mélasses ; si l'on a soin d'ajouter à chaque cuvée 1/2 pour 100 en volume d'une décoction de tan, on l'évite presque à coup sûr, le tannin précipitant les ferments usés et ne permettant que l'action des ferments neufs.

7° On y obvie aussi en acidulant les moûts dans la proportion de 1/2 pour 100. Nous préférerions la décoction de tan à l'emploi de l'acide dans tous les cas où les résidus doivent conserver leur valeur nutritive.

Voilà ce qu'il importe le plus de savoir au sujet de cette singulière transformation que M. Payen attribue à l'altération de la *caséine* et des autres principes azotés. Cette supposition nous paraît assez gratuite, par la raison qu'une décoction filtrée de levûre produit la fermentation visqueuse des sucres, suivant l'observation de M. Desfosse, et que les matières azotées du sucre sont encore à trouver. M. Payen aurait parfaitement pu et dû s'en tenir à l'altération de la levûre, à moins de faire *lui-même* une étude approfondie de cette fermentation, et d'arriver ainsi à pouvoir la faire entièrement connaître.

4° *Fermentation lactique.* — *L'acide lactique* a pour formule $C^6H^5O^5,HO$ ou $C^6H^6O^6$.

Celle du sucre fermentescible est $C^{12}H^{12}O^{12}$.

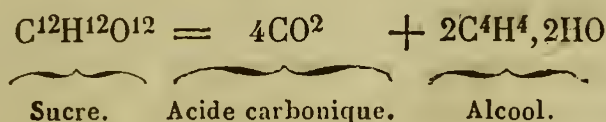
Il résulte de cette comparaison, que l'acide lactique présente dans sa composition élémentaire les mêmes éléments que le sucre, mais que leur poids atomique

semble avoir été simplement divisé par 2 *dans une fermentation incomplète.*

L'alcool représente $C^4H^4,2HO$.

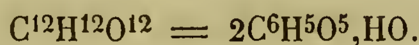
Si l'on met en présence de cette formule celle de l'acide lactique, on peut voir que celle-ci ne diffère de la première que par 2 équivalents d'acide carbonique CO^2 qui ont été retenus à l'état élémentaire sous la forme de 2 équivalents de carbone et de 4 équivalents d'oxygène.

Ainsi, on a pour réaction alcoolique :



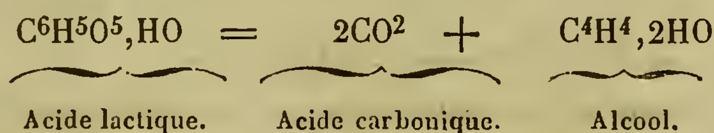
$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Sucre.}} = \underbrace{4CO^2}_{\text{Acide carbonique.}} + \underbrace{2C^4H^4,2HO}_{\text{Alcool.}}$$

et pour réaction lactique :



$$C^{12}H^{12}O^{12} = 2C^6H^5O^5,HO.$$

Or, la formule de l'acide lactique $C^6H^5O^5,HO$ peut entrer parfaitement dans l'équation suivante :



$$\underbrace{C^6H^5O^5,HO}_{\text{Acide lactique.}} = \underbrace{2CO^2}_{\text{Acide carbonique.}} + \underbrace{C^4H^4,2HO}_{\text{Alcool.}}$$

D'où il suitque, *théoriquement*, l'acide lactique n'est autre chose que l'alcool combiné avec 2 équivalents d'acide carbonique, et qu'il serait peut-être possible de l'en dégager à l'aide d'une fermentation particulière. Ce serait à la fois une expérience curieuse et utile à faire, et qui présenterait certainement des résultats plus avantageux à la nation et à l'industrie que tous les magnifiques calculs sur l'*azote* et les *amides.* Certains chimistes plus ou moins habiles auraient là

de quoi occuper dignement l'incessante activité qu'ils consument en efforts superflus et en vaines recherches sur des objets dont le but n'est que théorique tout au plus.

Les matières albuminoïdes ou *azotées*, en voie de décomposition, déterminent la production de l'acide lactique aux dépens du sucre, et, comme nous le disions tout à l'heure, cette fermentation est incomplète, et des hommes sérieux n'y ont vu qu'une modification *isomérique* des matières hydrocarbonées sous l'action d'un ferment altéré.

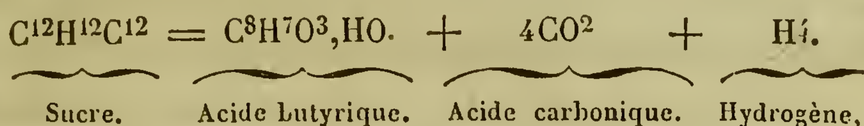
Le tannin s'oppose également à la fermentation lactique; il en est de même de la chaleur au point d'ébullition.

Nous n'avons pas à parler des divers procédés à suivre pour obtenir l'acide lactique dont on emploie aujourd'hui les composés dans la pharmacie et la droguerie, et nous finissons ce chapitre par quelques mots sur la fermentation butyrique.

5° *Fermentation butyrique.* — La fermentation lactique, *continuée* ou prolongée pendant quelque temps, donne lieu à la production d'un liquide incolore dont l'odeur est très fétide, et qu'on nomme *acide butyrique.*

Sa formule est $C^8H^7O^3,HO$, et ce qu'il y a de plus remarquable dans sa production, c'est qu'elle est accompagnée du dégagement de 4 équivalents d'acide carbonique, comme dans la fermentation alcoolique, et, en outre, de la perte de 4 équivalents d'hydrogène; de telle sorte que l'acide butyrique pourrait

être considéré comme de l'alcool *déshydrogéné*. La réaction qui le produit est ainsi indiquée :



Si l'on rendait à l'acide butyrique les 4 équivalents d'hydrogène qui lui manquent, ils représenteraient exactement 2 équivalents d'alcool. Nous ferons une dernière observation sur ce fait qu'il semble possible de considérer les trois transformations *visqueuse*, *lactique*, *butyrique*, comme trois périodes plus ou moins avancées d'une même dégénérescence ; car le sucre, soumis à l'influence des matières albumineuses en décomposition, passe d'abord à l'état *visqueux*, il donne ensuite de l'*acide lactique*, et enfin le *butyrique*. Ce fait indique combien les recherches à cet égard sont peu avancées, et combien il importerait que de véritables observateurs voulussent bien y consacrer leurs laborieuses investigations.

CHAPITRE VI.

De l'alcoométrie.

On entend par *alcoométrie*, l'art de découvrir la quantité d'*alcool pur* contenu dans un mélange donné.

On comprend toute l'importance des moyens alcoométriques, puisqu'ils permettent d'apprécier la richesse d'un liquide à distiller sur une très faible portion d'essai, et d'éviter ainsi de prendre une détermi-

nation inconsidérée, mal réfléchie, qui pourrait entraîner à des frais inutiles. La *saccharimétrie* a déjà donné à l'alcoolisateur les moyens de découvrir dans un liquide de très minimes quantités de sucre; c'est un premier guide sûr et exact pour ses opérations; l'alcoométrie doit compléter le système des précautions à employer pour ne pas tomber dans des erreurs préjudiciables.

L'alcoométrie a pour base la *densité des liquides.*

A. *De la densité en général.* — On comprend sous le nom de *masse* des corps, en physique, la quantité de matière qui les compose; cette masse est proportionnelle au *poids* des corps, et réciproquement. Si l'on prend pour terme de comparaison entre les différents corps un *volume* déterminé, qui soit considéré comme *unité*, la masse de matière comprise sous ce volume, ou le poids relatif de ce même volume sera la densité du corps examiné.

En France, on a adopté le centimètre cube pour unité de volume, et l'eau est le corps à la densité ou au poids duquel on rapporte tous les liquides et tous les solides. L'air sert de terme de comparaison pour tous les gaz.

Quand donc on dira que la densité d'un corps est de 4, de 5,50 ou de 7,80, ces expressions signifieront qu'un volume d'eau connu *pesant* 1, le corps dont on parle pèse 4, 5,50 ou 7,80 sous le même volume. On compare aussi très souvent dans la pratique les densités des corps à celle de l'eau, en prenant le litre, ou

décimètre cube, pour unité, et ce volume est plus commode.

On peut poser en principe que :

1° *A volume égal*, les densités des corps sont proportionnelles à leur poids.

2° *A poids égal*, les densités des corps sont en raison inverse du volume.

Table de densité de quelques corps, le litre d'eau étant pris pour unité de volume.

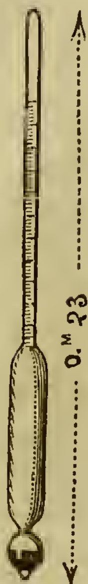
DENSITÉ DE L'EAU, 1000.

SOLIDES.		LIQUIDES.	
Platine laminé	22,069	Acide sulfurique	1,843
Or	19,500	— nitrique	1,522
Mercure	13,596	— sulfureux	1,420
Plomb	11,445	Sulfure de carbone	1,293
Argent	10,500	Acide formique	1,235
Cuivre laminé	8,960	— lactique	1,220
Nickel	8,800	— chlorhydrique	1,210
Cuivre fondu	8,780	Ether azotique	1,112
Fer forgé	7,900	Acide acétique	1,063
Étain	7,290	Eau de mer	1,026
Zinc laminé	7,200	Vin de Bordeaux	994
— fondu	6,860	— de Bourgogne	992
Tellure	6,260	Acide butyrique	963
Arsenic	5,800	Huile de lin	940
Iode	4,950	— de navette	919
Sélénium	4,800	— d'olive	915
Baryte	4,001	Essence de térébenthine	875
Alumine	3,900	Benzine	850
Diamant	3,550	Essen. de pom. de terre	818
Cristal de roche	2,600	ALCOOL PUR à 15°	802,10
Chaux	2,300	— méthylique	798
Soufre cristallisé	2,070	Acétone	792
Ivoire	1,917	Aldéhyde	790
Phosphore	1,830	Ammoniaque	760
Chlorure de sodium	920	Éther hydrique	736
Potassium	865	Acide prussique	697

Il faut appliquer maintenant les divers principes de la *densité* à la recherche de la quantité d'alcool contenue dans un mélange. C'est dans ce but que divers *aréomètres* ont été construits.

B. *Des aréomètres.* — Un corps solide s'enfonçant dans un liquide jusqu'à ce qu'il y ait égalité entre son poids et celui du liquide déplacé, on conçoit que moins le liquide aura de *densité*, moins il aura de *masse* sous un *volume* donné, plus les solides s'y enfonceront. Les *aréomètres* sont de petits *flotteurs*, les uns à volume constant et à poids variable, les autres à volume variable et à poids constant, qui servent à apprécier la densité des liquides dans lesquels on les plonge. Nous ne parlerons ici que de ceux à poids constant.

Fig. 3.
Aréomètre.



L'*aréomètre* représenté (fig. 3) offre une petite tige creuse de verre, au-dessous de laquelle se trouve un cylindre muni d'un appendice également de verre dans lequel est placé le lest. On a collé avec le plus grand soin dans l'intérieur de la tige une bande de papier indiquant les densités.

Plus le petit instrument s'enfonce, moins le liquide essayé est dense, et c'est d'après ce principe que l'on règle les degrés de l'échelle.

Il nous suffira de dire quelques mots sur les divers aréomètres qui servent à l'alcoolisateur, pour que l'on comprenne parfaitement l'usage de ces instruments.

Les mélanges d'alcool et d'eau pèsent d'autant plus qu'ils contiennent plus d'eau, et d'autant moins qu'ils sont plus alcooliques. Il en résulte que les aréomètres s'enfonceront davantage dans les liqueurs renfermant plus d'alcool, et c'est sur ce fait qu'est basée la fabrication des pèse-alcool.

L'ancien aréomètre de Cartier marquait 10° dans l'eau distillée et 44° dans l'alcool absolu ; l'espace intermédiaire était partagé en 33 divisions. Cet aréomètre n'est plus d'aucun usage ; cependant on a encore conservé dans le langage usuel quelques appellations qui en dérivent : ainsi, on dit encore du 33, du 36, du 40, du 44, pour signifier que le liquide dont on parle marque 33°, 36°, 40° ou 44° à l'aréomètre de Cartier. Au résumé, l'alcoomètre ou pèse-esprit de Cartier a été tellement modifié, qu'il n'est plus guère possible même d'en connaître exactement le point de départ. M. Regnault fixe à 0° le ponit de l'eau pure (aréomètre Cartier), et à 44° celui de l'alcool pur, tandis que M. Gay-Lussac indique le point de l'eau distillée à 10°. On conçoit que ces indications sont fort vagues. Nous donnons dans notre *Troisième partie* les tables de Gay-Lussac, basées sur cette dernière hypothèse, et nous conseillons de ne jamais employer un instrument sur lequel on ne peut compter.

En admettant que le point 0° marque l'eau pure, et 44° l'alcool anhydre, on aurait pour valeur d'un degré de l'échelle de Cartier 2° 3/11 de l'alcoomètre de Gay-Lussac, dont nous allons indiquer la valeur et la

base, et un degré de l'échelle de Gay-Lussac correspondrait à 0°,44 de l'échelle de Cartier.

Dans l'autre manière de voir, un degré Cartier correspond à 2°,94 de Gay-Lussac, et un degré de Gay-Lussac vaut 0°,34 de Cartier.

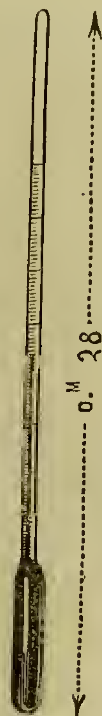
On n'emploie plus aujourd'hui que l'aréomètre de Gay-Lussac : l'usage en a été adopté et sanctionné par une loi. Cet instrument, qui donne aussitôt la richesse en centièmes du liquide essayé, marque 0° dans l'eau pure, et 100° dans l'alcool absolu, et il a été établi à la température moyenne de 15 degrés centigrades.

On lui donne le nom d'*alcoomètre centésimal*, et les degrés qu'il indique sont appelés *centésimaux*. Si donc, à la température de 15 degrés, l'alcoomètre s'enfonce jusqu'au point 50, le liquide contient 50 pour 100 d'alcool absolu et 50 pour 100 d'eau ; mais à toute autre température, la densité du mélange éprouve des modifications qui exigent une correction à laquelle on doit faire attention. (Voyez les *Tables, troisième partie.*)

C. *De la dilatation des liquides.* — On sait que les liquides tendent à occuper un volume d'autant plus considérable que leur température augmente davantage ; c'est l'inverse quand il y a abaissement de température. Il en résulte une grande différence dans la densité, selon la température à laquelle on observe les liquides, et l'on doit toujours noter avec soin cette température, afin de pouvoir faire la correction nécessaire à l'aide des tables. La température est indiquée par le thermomètre.

Sans entrer dans aucun détail sur les lois physiques de la dilatation, lesquelles ne sont pas ici d'une absolue nécessité, disons cependant que le contraire a lieu quelquefois, et qu'il arrive que deux liquides mélangés se *contractent*, de telle façon que le mélange occupe moins de volume que la somme des volumes isolés. La plus grande contraction d'un mélange d'eau et d'alcool se présente lorsqu'on a 53^{vol},7 d'alcool, mêlés à 49^{vol},8 d'eau, lesquels se réduisent à 100 volumes au lieu de 103,50, comme nous l'avons déjà fait observer (page 56).

Fig. 4.
Thermomèt.



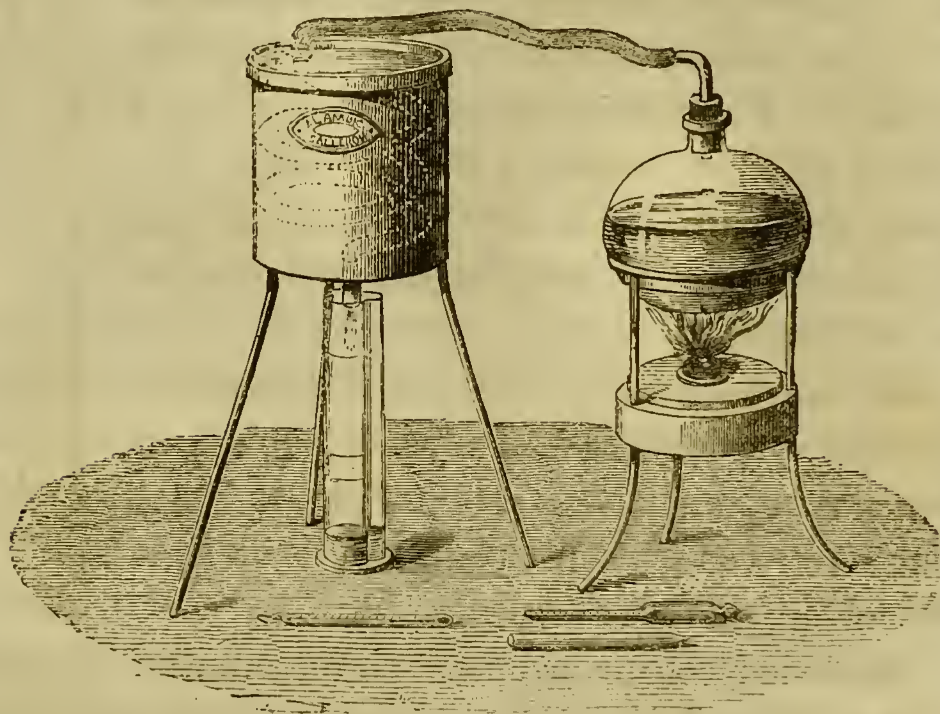
Les aréomètres ne donnent d'indications précises que lorsqu'on essaie des liquides *ne contenant que de l'eau et de l'alcool*. Dans tout autre cas les matières dissoutes dans la liqueur en changent la densité.

On obvie à cet inconvénient en introduisant dans un petit alambic 3 décilitres du liquide à essayer, et l'on chauffe avec une lampe à alcool. Lorsqu'on a recueilli le tiers ou la moitié du liquide, on prend la température et le degré de la portion distillée, et le degré de force trouvé marque la richesse de la liqueur en le divisant par 3 ou par 2. Nous indiquons, dans notre *Traité d'alcoolisation de la betterave*, le petit *appareil de Salleron* comme d'un usage très avantageux sous ce rapport.

Il se compose d'une *lampe à alcool*, d'un *petit ballon* servant de *chaudière*, communiquant avec un petit

serpentin placé dans son *réfrigérant* supporté par trois pieds de cuivre : une *éprouvette*, divisée ou *graduée*, sert à mesurer le liquide à distiller et à le recevoir ensuite au sortir du serpentin.

Fig. 5. — *Appareil Salleron.*



Quand il s'agit d'essayer un mélange alcoolique, on mesure la liqueur dans l'éprouvette, et on la verse dans le petit ballon auquel on adapte le bouchon qui est attaché à un tube de caoutchouc : ce tube communique avec le serpentin. On dispose alors le ballon sur la lampe, que l'on allume. Quand on a obtenu le tiers ou la moitié du liquide, selon sa richesse, on note le degré de température du produit et son degré alcoolique ou de densité à l'aide d'un petit *thermomètre* et d'un *alcoomètre* disposés à cet effet dans la boîte de

l'appareil : on trouve, à l'aide de ces données, le degré réel de force alcoolique en consultant une table de réduction.

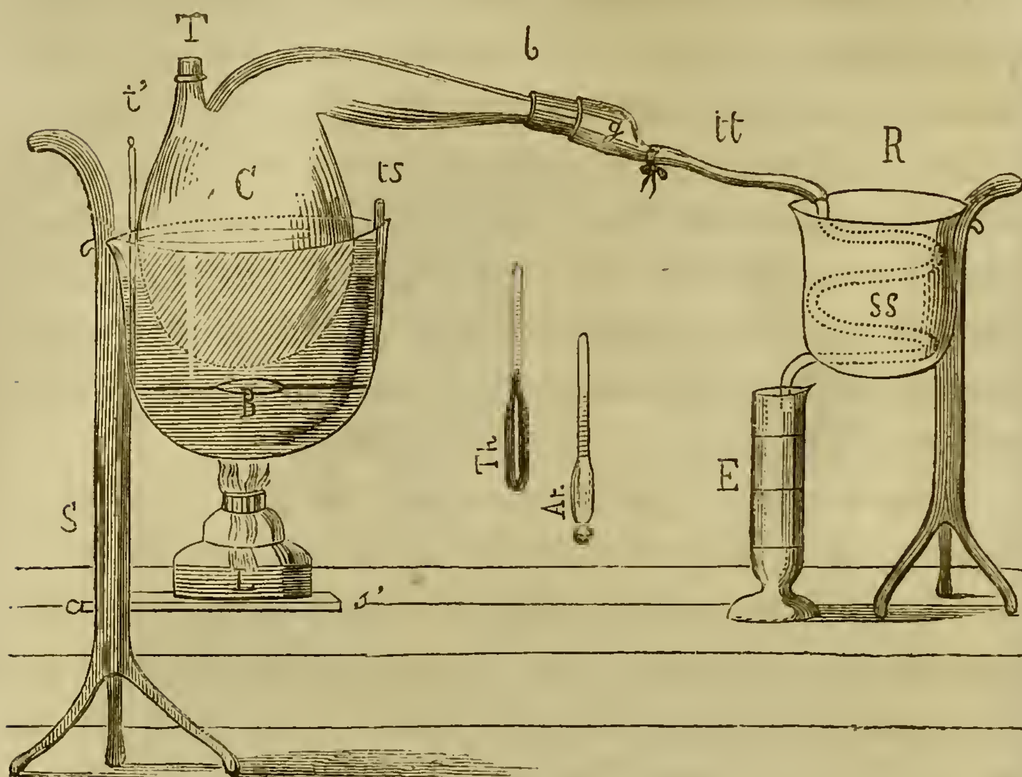
Un examen plus approfondi et des expériences répétées nous en ont fait voir les désavantages, que nous allons exposer en indiquant le moyen de les éviter.

La distillation d'essai a lieu *à feu nu*, et il se produit dans le ballon une température suffisante pour faire passer avec l'alcool des huiles essentielles contenues dans la liqueur en quantité assez grande pour fausser les indications alcoométriques, soit en augmentant, soit en diminuant la densité du mélange.

Nous avons été particulièrement surpris de ce phénomène dans un essai sur la carotte et ses diverses variétés. Nous avions un échantillon de liqueur fermentée qui ne devait pas contenir plus de 9 à 10 pour 100 d'alcool, et l'appareil Salleron nous donna par trois fois un résultat de 17 pour 100. Vivement contrarié de ce contre-temps et ne sachant pas les proportions de l'erreur, qui était si manifeste, nous prîmes le parti de distiller une vingtaine de litres du même moût, afin de recueillir l'huile essentielle à laquelle nous pouvions attribuer *à priori* notre mécompte. La preuve la plus palpable nous fut acquise lorsque nous pûmes nous convaincre que l'essence de carotte est d'une densité très inférieure à celle de l'alcool, quoiqu'elle distille fort bien à 100 ou 110 degrés. Sur les données précises qui résultèrent de nouvelles recherches, il nous fut aisé de découvrir que c'est à la présence des huiles essentielles que l'on doit

attribuer la plupart des modifications subies par la densité, et par conséquent les erreurs d'alcoométrie.

Fig. 6. — *Distillateur d'essai.*



S, support à pied. — S', support à coulisse. — L, lampe à alcool. — B, bain-marie. — C, cornue. — t', thermomètre. — T, tubulure. — ts, tube de sûreté. — b, bouchon de caoutchouc. — g, virole de cuivre étamé. — tt, tube de caoutchouc. — R, réfrigérant. — SS, serpentin. — E, éprouvette graduée par quart. — th, thermomètre. — Ar, aréomètre.

Ces variations sont dues à l'action du feu qui dégage une chaleur trop violente, laquelle fait passer avec l'alcool ces huiles dont la plupart distillent entre 100 et 130 degrés.

Nous avons donc fait construire un appareil d'essai, dont nous donnons ci-dessus la figure et la description, qui a le mérite de ne laisser passer à la distillation qu'un simple mélange d'alcool et d'eau : les indications qu'on en déduit sont donc de la plus grande justesse.

Cet appareil est construit sur les mêmes principes que celui de Descroizilles et que celui de M. Dunal, modifié depuis par Bérard; mais la distillation n'ayant lieu qu'au *bain-marie* et une coulisse permettant de rapprocher ou d'éloigner la flamme de la petite chaudière, on peut aisément régler la température au moyen d'un petit thermomètre, de manière à ne pas lui laisser dépasser 85 à 90 degrés. A cette température, les huiles essentielles ne distillent qu'en proportion *extrêmement* faible, et l'on peut compter sur les résultats obtenus. La *cornue* contenant le liquide, ne supportant que la chaleur d'un bain-marie très modéré, n'est pas exposée à se briser, comme il arrive parfois avec les ballons du *système Salleron.*

Le *distillateur d'essai* offre encore l'avantage marqué de permettre la distillation d'au moins 3 ou 4 décilitres de liqueur, ce qui donne un résultat appréciable, qu'on n'est plus obligé d'étendre d'eau, comme lorsqu'on se sert de l'alambic Salleron. Nous en croyons donc l'usage beaucoup plus avantageux sous tous les rapports, et nous devons dire que nous nous en trouvons parfaitement bien.

Il se compose d'un support à coulisse permettant de baisser ou d'élever la lampe à alcool et soutenant au-dessus la petite chaudière métallique, dans laquelle une petite *cornue* plonge en partie, et à laquelle est adaptée un petit thermomètre à mercure. Cette cornue communique par un tube vissé au serpentin du réfrigérant, dont la capacité est calculée de façon à suffire à toute l'opération. Un *pèse-alcool* gradué de 0° à 50°,

un *thermomètre à l'esprit-de-vin*, une *éprouvette graduée* et un petit entonnoir, complètent l'appareil dont on vérifie les indications à l'aide d'une table de correction. Le tout est renfermé dans une boîte très portative.

Lorsqu'on veut s'en servir, on mesure au moyen de l'éprouvette 3 décilitres de liquide que l'on verse par la tubulure de la cornue avec le petit entonnoir. On bouche alors la tubulure avec son bouchon de *caoutchouc vulcanisé*, puis on place la cornue dans la chaudière, qui contient à l'intérieur un petit support. Cette chaudière a été remplie d'eau au tiers seulement de sa capacité ; il ne s'agit plus que de chauffer à l'alcool, et de prendre soin de ne pas laisser dépasser la température de 90°, lorsqu'elle est indiquée par le thermomètre, ce à quoi l'on parvient facilement en baissant la lampe. Il va sans dire que l'on a, au préalable, parfaitement adapté la cornue à son tube, et celui-ci au serpentin, dont le réfrigérant est rempli d'eau froide. L'*éprouvette* qui a servi à mesurer le liquide reçoit le produit de la distillation, et lorsqu'elle est remplie jusqu'au trait marquant un décilitre, on arrête l'opération en éteignant la lampe.

On prend alors la température du produit avec le thermomètre, et son degré alcoolique avec le pèse-alcool, et la table donne le triple de la force réelle du liquide essayé, puisqu'on n'en a recueilli que le tiers. Il faut diviser le degré trouvé par 3, et l'on connaît combien la liqueur d'essai renferme de centièmes d'alcool.

Si l'on a affaire à un liquide très riche, il n'en faut mettre dans la cornue que 2 décilitres, dont on retire la moitié. Le résultat doit, dans ce cas, être divisé par 2.

Supposons, par exemple, que nous avons retiré 1 décilitre de 3 de la liqueur d'essai ; le thermomètre nous indique 17° centigrades de température, et l'alcoomètre 26° centésimaux de force alcoolique. Si nous nous reportons à la table, nous trouvons que 26° à la température de 17° de température correspondent à 25°,4. Nous en prenons le tiers, et nous obtenons 8°,36 pour la force réelle du liquide essayé, dont 100 litres contiennent, par conséquent 8$^{lit.}$,36 d'alcool pur.

Avec les moyens donnés par la saccharimétrie et par l'alcoométrie il n'est pas possible de tomber dans des erreurs considérables, et l'on sait à l'avance ce qu'on doit faire. Mais nous recommandons encore, et surtout aux *agriculteurs-distillateurs*, de ne pas s'en rapporter aux indications fort peu sérieuses de tous ceux qui se mêlent aujourd'hui de leur donner des conseils. Nous ne relèverons qu'une de ces allégations entre mille.

Un écrivain, dont nous ne contestons pas d'ailleurs le mérite, avançait que 1000 grammes de sucre donnent 600 grammes d'*alcool pur*, et cette affirmation était émise dans un journal agricole, s'adressant spécialement à des lecteurs peu habitués à reconnaître ces sortes d'erreurs. Un magnifique calcul venait à la suite, dans lequel on voulait démontrer que :

1° 1000 grammes de sucre donnant 600 grammes

d'alcool absolu conduisent à 706 grammes de trois-six de 830 de densité.

2° 50 kilogram. de sucre *contenus dans* 1000 *kilogrammes de betteraves* donnent 41 litres d'alcool.

Il est de toute évidence que cet auteur n'avait pas réfléchi à ce qui sortait de sa plume, ou qu'il n'avait pas pris la simple précaution de demander des renseignements à la *saccharimétrie* et à l'*alcoométrie*, car :

1° 1000 grammes de sucre ne donnent que 511gr.,20 d'alcool pur, *et non* 600.

2° 511gr.,20 d'alcool *pur* ne fournissent que 603 grammes de trois-six à 830 de densité, et non pas 706.

3° 603 grammes d'alcool à 830 de densité correspondent à 726cc.,31, ou à 72centil.,63; ce résultat ne donne que 36lit.,31 d'alcool commercial pour 1000 kilogrammes de racines, *en supposant que les betteraves ne contiennent que* 5 *pour* 100 *de sucre alcoolisable.*

Mais l'auteur dont nous parlons a commis une autre erreur en sens inverse, car la betterave est beaucoup plus sucrée que ne l'indiqueraient de pareils chiffres. M. Payen a constaté que la betterave à sucre contient 10,5 pour 100 de ce principe immédiat.

D'après cette donnée, nous pourrions calculer que 1000 kilogram. de cette racine renferment 105 kilogrammes de sucre, ce qui conduit à 75lit.,95 d'alcool commercial pour 1000 kilogrammes, ou 7lit.,595 pour 100 kilogrammes de racines.

Bien que les chiffres de M. Payen ne soient pas réalisés par la pratique, il n'en est pas moins vrai qu'ils

sont exacts en théorie, et que l'analyse de la betterave fournit de 7 à 10 pour 100 de sucre, ce qui est bien au-dessus des *dires* de l'écrivain dont il était question tout à l'heure.

Comment donc concilier des erreurs en trop avec des erreurs en moins aussi palpables, et empêcher d'en tirer une conclusion naturelle, laquelle est que ceux qui s'avancent aussi inconsidérément n'ont pas étudié le premier mot d'une question aussi grave, qu'ils ne devraient pas donner des indications *arithmétiques fausses*, par respect pour eux-mêmes et par un sentiment de probité scrupuleuse envers le public, qu'ils trompent et induisent en erreur par les suites de leur inconséquence.

Il n'est pas permis à ceux qui s'adressent aux hommes des champs et à l'industrie de donner comme réelles les hallucinations de leur imagination ; ils doivent tout vérifier, tout contrôler, tout voir ; ils doivent attribuer à la théorie ce qui lui appartient en réalité, et à la pratique ce qui est de la pratique. Et encore doivent-ils étudier, travailler sans cesse, afin de comprendre eux-mêmes complétement l'objet sur lequel ils écrivent, afin de pouvoir discerner ce qui doit être conseillé, et reconnaître les choses dont il faut détourner leurs lecteurs. Comment donneront-ils un conseil prudent et sage s'ils ne savent pas les premiers éléments de leur sujet? Et ne réfléchissent-ils pas au tort incalculable qu'ils causent à ceux qui ont le malheur de les croire sur parole, et à la science elle-même, dont ils passent pour être les représen-

tants? Nous ne pouvons que répéter, à ce sujet, notre conseil aux fabricants et aux cultivateurs : Méfiez-vous!... essayez par vous-mêmes ; la connaissance des moyens de la saccharimétrie et de l'alcoométrie vous donne la marche à suivre, et vous ne courez pas le risque de compromettre votre position ou votre fortune.

Essai des jus et matières alcoolisables par la voie de la fermentation. — Pour essayer les liquides alcoolisables par la fermentation suivie d'une distillation d'appréciation à l'aide du petit appareil que nous avons décrit, on se trouve en présence de deux cas bien définis et nettement caractérisés. On agit sur des matières premières, qui doivent subir une transformation préalable, une saccharification plus ou moins complète, ou sur des substances qui n'ont aucun besoin de cette opération. Nous supposons qu'en suivant les principes que nous avons émis (page 71 et suivantes), on arrivera aisément à opérer la conversion en *glucose* de la fécule, du sucre cristallisable, de la pectosine, etc. On a pris un poids connu de la matière, 500 grammes, par exemple, et après l'avoir réduite en poudre ou en pulpe, selon sa nature, on étend le liquide produit de la quantité d'eau nécessaire pour donner un litre de liqueur d'une densité convenable (6° à 8° au *pèse-sirop*); puis on partage ce liquide en deux portions d'un demi-litre chacune, si l'on traite un moût qui n'a pas subi l'action des acides ni celle de l'ébullition, et l'on met ces deux portions chacune dans un petit ballon à fond plat, qui ne doit être rempli qu'aux deux tiers. On ajoute un peu de levûre

au flacon n° 1, et l'on ne fait pas cette addition au n° 2, afin de savoir si les ferments naturels de la matière ne seraient pas suffisants pour produire une bonne fermentation; il faut ensuite exposer les flacons à une température de 20° à 25° centigrades. On n'a pas besoin de rechercher les ferments naturels dans les liquides qui ont bouilli et qui ont été acidulés, ces opérations ayant concrété les substances albuminoïdes. On ne séparera donc pas la liqueur en deux parties dans cette circonstance. Deux jours après on essaie 2 décilitres de la liqueur avec l'appareil d'essai, et l'on tient note du résultat. Le lendemain on recommence cette expérience, et l'on prend égalemen tnote des quantités d'alcool indiquées.

On obtient ainsi :

1° La quantité en *centièmes* d'alcool fourni par la liqueur après une fermentation obtenue par la levûre de bière.

2° La même donnée pour un liquide ayant fermenté par ses *ferments naturels*.

3° La proportion d'alcool à diverses périodes de la fermentation, et, par conséquent, la période la plus utile de la fermentation.

On n'a plus qu'à multiplier par 200 le résultat total obtenu sur 500 grammes, pour savoir ce que *la pratique* donnerait sur 100 kilogrammes; et quand on s'est rendu compte de l'action des ferments et du point précis auquel il convient d'arrêter la fermentation, rien n'est plus aisé que de conclure la possibilité d'utiliser telle ou telle plante, telle ou telle matière pre-

mière, sans avoir à craindre de compromettre son intérêt, puisque l'on peut savoir dès aussitôt le prix de revient de l'hectolitre d'alcool commercial.

Disons donc, en terminant ce chapitre, que l'alcoolisateur a deux séries d'épreuves à faire subir à toute matière première qu'il se propose de traiter ; nous les résumons succinctement :

1re SÉRIE....
- 1o Saccharification, si elle est nécessaire.
- 2° Dosage de la quantité de sucre pour 100, soit par la saccharimétrie *chimique*, soit par la saccharimétrie *optique*, mais plutôt par cette dernière.
- 3° Résultat *théorique* à l'aide du calcul.

2e SÉRIE. ...
- 1° *Fermentation* (par la levûre) du liquide préparé par la saccharification, ou naturel.
- 2° *Fermentation par les ferments naturels*, s'il y a lieu.
- 3° Distillation d'essai, répétée.
- 4° Résultat *pratique*.

On voit qu'*à la rigueur*, on peut se contenter des moyens de l'une ou de l'autre série ; mais il vaut mieux les réunir et les combiner, parce qu'ils se servent mutuellement de preuve directe.

Voici la règle que nous avons adoptée, après bien des tâtonnements et des expériences contradictoires destinées à obtenir une moyenne rationnelle pour déduire la pratique des données de la théorie. Toutes les fois que celle-ci indique 33, nous évaluons le rendement pratique à 28, en sorte que la proportion suivante peut, *en général*, servir de guide :

33 : 28 :: le résultat théorique : la pratique.

Les cas où cette règle n'est pas applicable sont

extrêmement rares, si toutefois la distillation est bien conduite, avec un bon appareil et des hommes intelligents. Qu'on se rappelle cependant que les opérations qui exigent le plus de soin et d'attention sont la saccharification et la fermentation.

CHAPITRE VII.

De l'alcool au point de vue physique.

Dans l'examen chimique de l'alcool, nous sommes déjà entré dans la question physique en différents points dont la coïncidence était inévitable ; nous allons compléter maintenant les notions de physique relatives à ce produit de la fermentation des sucres, et nous terminerons ce chapitre par l'étude du combustible et de la chaleur, l'alcoolisateur devant connaître parfaitement ces matières pour faire un choix judicieux.

L'alcool brûle complétement à l'air libre, sans laisser de résidus, avec une flamme bleuâtre peu brillante, mais douée d'une puissance calorifique intense.

Un litre d'alcool commercial à 90 degrés suffirait pour porter 100 litres d'eau de 10° à 40° centigrades, même avec les pertes de chaleur résultant de la combustion à l'air.

D'après Lavoisier et Laplace, l'alcool à 810 de densité n'exige que les 7 dixièmes de la chaleur nécessaire à l'eau pour éprouver une augmentation d'un degré dans sa température. M. Despretz a trouvé que l'alcool

à 793 degrés de densité n'a besoin que de 622 de calorique pour monter d'un degré, quand il faut 1000 à l'eau.

Un kilogramme de vapeur d'alcool peut élever la température d'un kilogramme d'eau de 207°,7.

D'un autre côté, il ne faut à l'alcool, pour entrer en ébullition, que 52 pour 100 de la chaleur nécessaire pour faire bouillir l'eau, et sa réduction en vapeur n'exige que les 64 centièmes du calorique nécessaire pour vaporiser l'eau. Ce fait est basé sur ceci, que l'alcool entre en ébullition à 78°,4 pendant que l'eau ne bout qu'à 100 degrés. Il importe de faire attention à ce que nous venons d'exposer, car cette observation conduit à une notable économie de combustible dans la pratique de la distillation.

Il est bon de remarquer aussi que la dilatation de l'alcool est d'environ 0,11 de son volume par chaque degré centigrade de 0° à 100°.

Au lieu de calculer la dilatation de l'alcool à partir de 0° jusqu'à son point d'ébullition, M. Gay-Lussac en a observé la contraction ou la diminution de volume depuis son point d'ébullition; le tableau suivant est basé sur ses données.

Tableau de la contraction de l'alcool de 5° en 5° centigrades.[1]

Volume initial à 78°,41 = 1000 litres.

TEMPÉRATURES.	VOLUMES DE L'ALCOOL.
78°,41	1000, litres.
73°,41	996,45
68°,41	988,57

TEMPÉRATURES.	VOLUMES D'ALCOOL.
63°,41	982,49
58°,41	975,66
53°,41	970,85
48°,41	965,26
43°,41	959,72
38°,41	954,32
33°,41	949,15
28°,41	943,98
23°,41	938,99
18°,41	934,04
13°,41	929,26
8°,41	924,52
3°,41	919,99

En sorte que 1000 litres à 78°,41 de températurr ne représentent plus qu'environ 917^{litres},272 à 0 degré, et si l'on fait le calcul, on trouve que 100 litres à 0 degré augmentent de volume de manière à devenir environ 109^{litres},05 à 78°,41, ce qui donne la proportion d'espace vide qu'il convient de laisser dans les rectificateurs à action intermittente, lorsqu'on y traite des alcools parvenus à un certain degré de concentration.

La densité de la vapeur d'eau comparée à celle de l'air représentée par le chiffre 1000 n'est que de 623,50, et par conséquent elle tend à s'élever dans l'atmosphère. Celle de l'alcool est de 1589, et elle ne s'élève pas sous la pression normale. On peut tirer de ceci la raison du danger que l'on court en allant avec des lumières chercher de l'alcool dans les caves ou celliers. Combien de funestes accidents et d'incendies terribles

qui n'ont eu d'autre cause qu'une chandelle placée à terre par l'imprudence d'un employé ou d'un étourdi? On ne doit jamais se servir de lumière artificielle dans les lieux où l'on conserve les alcools ou les éthers.

Il résulte des observations et des calculs de M. Gay-Lussac que 1 centimètre cube d'alcool fournit $0^{litre},6554$ de vapeur sous la pression normale ($0^{m},76$) de l'air et à la température de 78°,41.

De la production de la chaleur et des combustibles. — Le moyen le plus ordinaire de produire de la chaleur est la *combustion;* mais ce mode de production est loin d'être le seul, car la pression, la percussion, le frottement, l'électricité, toutes les combinaisons chimiques sont susceptibles d'en développer une quantité plus ou moins grande.

La théorie de la combustion est encore loin d'être éclairée d'une manière complète; cependant on admet assez généralement en principe que ce phénomène repose sur une réaction chimique et qu'il résulte de la combinaison du corps combustible avec l'oxgyène de l'air.

« Ainsi, dit M. de Montferrier dans ses *Éléments de physique*, lorsqu'un morceau de bois s'enflamme, c'est que la matière qui le compose se combine ou s'unit intimement avec les molécules de l'oxygène dont le calorique d'élasticité devient libre. Le dégagement de la chaleur est alors si considérable que la température du combustible s'élève jusqu'à la chaleur rouge; ses principes constituants, susceptibles de se volatiliser, passent à l'état gazeux en formant la flamme, et, lors-

que la combustion est terminée, le résidu consiste en un nouveau corps dont les principes constituants sont, d'une part, les principes non volatilisables qui formaient le combustible, et de l'autre l'oxygène. Tout ce qui peut favoriser l'union de l'oxygène avec le combustible augmente nécessairement l'intensité de la chaleur; ainsi on excite la combustion en projetant un courant d'air sur le corps qui brûle pour le mettre en contact avec une plus grande quantité d'oxygène. Si l'on emploie un courant d'oxygène, au lieu d'air atmosphérique, on produit la plus grande chaleur qui ait encore été observée.

» La chaleur se produit d'une manière semblable dans toutes les combinaisons chimiques où l'une des substances change d'état physique et laisse libre sa chaleur latente. Quelquefois le dégagement de chaleur s'augmente par la différence des capacités calorifiques de la combinaison et de ses éléments; mais il est des cas où ce dégagement est si peu en rapport avec le changement d'état des substances qui se combinent, qu'on ne peut expliquer la grande quantité de chaleur émise qu'en admettant qu'il y a production de chaleur par le fait seul de la combinaison....

» Rumfort a inventé un appareil très simple pour mesurer la quantité de chaleur développée par la combustion. Cet appareil, nommé *calorimètre*, se compose d'une caisse rectangulaire de fer-blanc ou de cuivre mince que l'on remplit d'un poids déterminé d'eau distillée. Un serpentin de métal très mince, de forme rectangulaire, s'ouvre au-dessous de la caisse

en forme d'entonnoir renversé, et pénètre dans son intérieur où il fait plusieurs circonvolutions. A la partie supérieure de la caisse se trouve une *tubulure* fermée par un bouchon, à travers lequel passe un thermomètre à long réservoir. Pour que l'appareil conserve exactement toute la chaleur qu'il reçoit pendant l'opération, sans la dissiper au dehors, on détermine par des épreuves préalables la température à laquelle il devra s'élever au-dessus de celle du milieu ambiant; s'il doit s'élever, par exemple, de 4 degrés, on le refroidit de manière qu'il ait 4 degrés de moins que la température extérieure au moment où l'opération commence; de sorte que, pendant qu'il se réchauffe pour arriver à cette température, il reçoit du calorique extérieur à peu près autant qu'il en perd lorsqu'il la dépasse pour s'élever à 4 degrés au-dessus. L'opération s'effectue en brûlant sous l'entonnoir un poids déterminé de combustible. Lorsque la combustion est épuisée, on calcule la quantité de chaleur produite, d'après la température de l'eau, son poids, celui du cuivre, et sa capacité calorifique connue. Pour diminuer l'erreur qui résulterait du refroidissement du vase pendant l'opération, on ne brûle que la quantité de combustible nécessaire pour élever l'eau du calorimètre de 4 ou 5 degrés au plus. C'est de cette manière qu'on a obtenu les résultats suivants :

Tableau de la quantité de chaleur dégagée par la combustion de diverses substances.

NOMS DES SUBSTANCES.	ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE que la chaleur dégagée par la combustion communiquerait au même poids d'eau.
Hydrogène	23 400° *
Huile d'olive	11 166° *
idem	9 044°
Cire blanche	10 500°
idem	9 479°
Huile de colza épurée	9 307°
Suif	8 369°
idem	7 186° *
Éther sulfurique	8 030°
Phosphore	7 500° *
Charbon	7 226° *
Naphte	7 338°
Alcool à 42° Baumé	6 195°
idem plus aqueux	5 422°
idem à 33°	5 261°
Bois de chêne	3 146°

» Les nombres marqués d'un astérisque ont été trouvés par Laplace et Lavoisier, les autres par Rumford.

» Ces quantités expriment ce qu'on nomme *la quantité de chaleur absolue;* ainsi 1 kilogramme de bois de chêne, par exemple, est *susceptible*, en brûlant, d'élever de 3146 degrés la température de 1 kilogramme d'eau. Comme l'eau, prise à la température initiale de 0 degré, se vaporise par 650 degrés de chaleur, il en résulte que 1 kilogramme de bois peut réduire en vapeur 4$^{kilog.}$,84 d'eau primitivement à

0 degré ; mais il faudrait pour cela que tout le calorique dégagé par la combustion fût communiqué à l'eau, ce qui est impossible. Dans toutes les communications de chaleur que nous opérons, le combustible est placé dans un foyer ou appareil particulier, et le corps qu'on veut échauffer est exposé à la chaleur rayonnante qui émane du combustible en ignition. La perfection de l'appareil consiste évidemment dans la plus ou moins grande quantité de chaleur qu'il est susceptible de transmettre au corps, et doit s'apprécier d'après le rapport de la quantité de chaleur transmise à la quantité de chaleur absolue produite. Par exemple, si dans un certain foyer on peut vaporiser 2$^{kilog.}$,42 d'eau en brûlant 1 kilogramme de bois de chêne, on saura que ce foyer ne transmet que la moitié de la chaleur absolue due à la combustion. Rien n'est donc plus imparfait que le système ordinaire de chauffage des appartements, car dans le plus grand nombre des cheminées, les neuf dixièmes de la chaleur sont perdus, et quelques-unes en transmettent au plus un ou deux centièmes.

» MM. Clément et Désormes ont fait un grand nombre d'expériences sur la quantité de chaleur absolue fournie par les combustibles les plus usuels. Leurs résultats sont :

Bois, environ....................	3 000°
Charbon de terre................	7 060°
Charbon de bois.................	7 050°
Tourbe, environ................	3 000°

» Ces nombres expriment, comme ceux du tableau

précédent, le nombre de degrés dont 1 kilogramme de combustible élève, en brûlant, la température de 1 kilogramme d'eau. »

Il résulterait des chiffres obtenus par MM. Clément et Désormes les éléments du tableau suivant :

Tableau de la quantité d'eau et d'alcool que peut vaporiser 1 kilogramme de divers combustibles.

Quantité unique.	Combustible employé.	Quantité d'eau vaporisée.	Quantité d'alcool vaporisée.
		kil.	kil.
1 kilogramme.	Bois (moyenne).......	4,615	8,875
	Charbon de terre......	10,770	20,731
	Charbon de bois.......	10,846	20,857
	Tourbe...............	4,615	8,875

Ces appréciations ne reposant que sur la chaleur absolue, on ne peut les prendre pour base d'une donnée pratique ; cependant si l'on réfléchit que la proportion est relative, on arrive aisément à cette conclusion :

La quantité de combustible qui réduirait complétement en vapeur 100 *parties d'eau, sera suffisante, toutes circonstances égales, pour vaporiser* 192 *parties* 1/3 *en poids d'alcool pur.*

On peut même, à l'aide de cette donnée, construire une table qui donne la proportion de combustible à employer pour la vaporisation des mélanges alcooliques.

Nous pensons que ces données sont d'une haute utilité en distillation, et qu'elles peuvent conduire à la réalisation d'une notable économie de combustible. M. Regnault a donné sur les charbons de terre des notions excellentes (*Cours élémentaire*) ; nous ne pou-

vons mieux faire que d'emprunter à ce chimiste celles de ces indications qui sont de nature à compléter ce qu'il importe de placer sous les yeux du distillateur.

Les charbons de terre sont, à n'en pouvoir douter, d'origine végétale, et nos tourbières nous montrent un exemple frappant de leur formation. On les divise en cinq classes :

1° Les *anthracites*. Elles sont dures, pierreuses, brûlent difficilement, mais développent une chaleur énorme sous l'influence d'un vent énergique : elles ne conviennent pas dans les opérations ordinaires.

2° Les houilles *grasses-fortes* sont dures et donnent un feu vif et soutenu ; elles produisent un coke boursouflé et sont excellentes pour les hauts-fourneaux.

3° Les houilles *grasses-maréchales* sont très estimées pour la forge.

4° Les houilles *grasses à longue flamme*, parmi lesquelles nous citerons celles de Mons, conviennent très bien au chauffage industriel. Elles donnent un bon coke, en petite quantité, et nous les conseillons à l'alcoolisateur, toutes les fois qu'il ne peut se procurer du bois à meilleur marché.

5° Les houilles *sèches à longue flamme* chauffent moins et passent plus rapidement.

A poids égal, le charbon de terre développe environ 2 fois et un tiers de chaleur de plus que le bois, et l'on peut partir de cette base pour étudier le côté économique du chauffage des appareils, pourvu que les charbons minéraux soient secs.

La tourbe possède à peu près le même pouvoir ca-

lorifique que le bois, et on l'emploie avantageusement dans le pays des tourbières. Son analyse a donné à M. Regnault :

Carbone...............	57,03
Hydrogène.............	5,63
Oxygène...............	29,67
Azote ..-.............	2,09
Cendres...............	5,58
Total......	100,00

Cette tourbe, desséchée à 100°, provenait des environs d'Abbeville.

De la construction des fourneaux. — Les fourneaux sont construits avec des briques *réfractaires*, c'est-à-dire peu susceptibles de prendre du retrait par l'action du feu et permettant de conserver le plus possible la chaleur ; on revêt l'ensemble d'un bon massif de grosse maçonnerie, et la chaudière plonge dans le fourneau d'une certaine partie de sa hauteur pour éviter les déperditions de calorique. On doit, lorsque l'on fait établir un fourneau, se bien pénétrer de ce principe que toutes les parties doivent être propres à atteindre les objets suivants :

1° L'économie du combustible ;

2° Le libre accès d'une forte colonne d'air, ou un bon tirage ;

3° La conservation aussi complète que possible de la chaleur ;

4° Enfin, la possibilité de régulariser le feu d'une manière facile.

Voyons donc à ces divers points de vue comment on doit organiser les diverses parties d'un fourneau, qui sont :

1° le *cendrier*,

2° la *grille*,

3° le *foyer*,

4° la *cheminée*,

et dont la construction doit être appropriée au but qu'on se propose. Nous suivrons en partie les excellentes idées du comte Chaptal et les modifications qui ont été apportées par les constructeurs modernes, afin de mettre le lecteur à même de surveiller par lui-même une opération si importante, qui est une cause capitale de bénéfice ou de perte, selon qu'elle est bien ou mal dirigée.

1° Le *cendrier* est l'espace inférieur où tombent les cendres ; sa forme est à peu près indifférente, mais il doit être assez grand pour ne jamais être rempli de manière à intercepter le passage de l'air ; on doit y adapter ou une porte, ou un volet métallique à coulisse qui permette de régler le *tirage* et de donner plus ou moins d'air, selon la nature du combustible et aussi selon les besoins de l'opération.

2° La *grille* est formée d'un nombre arbitraire de barreaux mobiles, de fonte plutôt que de fer forgé ; on les écarte plus ou moins suivant l'espèce de combustible et la grandeur du fourneau, et on lui donne la même largeur qu'à ce dernier, bien que le cendrier puisse être bien plus vaste. Les barreaux ne doivent pas occuper plus des deux tiers ou des trois quarts

de la surface de la grille, sans quoi l'air n'aurait pas un accès assez libre à travers le combustible.

3 Le *foyer* est l'espace compris entre la grille et le fond de la chaudière. Il ne doit pas être trop élevé pour que la flamme puisse facilement *lécher* les parois de l'appareil dont le fond est un peu bombé de dehors en dedans, afin de renvoyer la chaleur par réflexion et d'augmenter la surface de chauffe. Le foyer embrasse exactement la chaudière par le fond de celle-ci et il se termine à la cheminée. Une porte est adaptée au foyer, afin que l'on puisse régulariser le feu, et que le tirage soit plus fort ; quelquefois même on en fait deux, afin que deux tirages se croisant vers le centre du foyer sous un angle de 50° à 70° la chaleur soit concentrée vers le fond de la chaudière. On peut également faire deux ouvertures de cheminée, opposées à celles du foyer, et dans ce cas le courant d'air est à effets croisés. Dans tous les cas, on ménage dans la porte du foyer une petite ouverture que l'on ouvre à volonté selon les besoins du tirage.

4° La *cheminée* est la partie la plus difficile à bien construire. Il convient de lui faire faire la spirale deux ou trois fois autour de la chaudière avant qu'elle se prolonge, en se coudant, vers un tuyau ordinaire. De cette façon, on évite une partie de la perte de calorique, et la flamme *lèche* la chaudière jusqu'au niveau du liquide. Mais la dernière spirale ne doit pas dépasser la hauteur du point où le liquide se trouve descendu à la fin d'une distillation, afin de ne pas brûler l'appareil. Plusieurs ouvertures communiquent avec l'intérieur des

spirales et permettent de les nettoyer, et une soupape à clef donne au tirage toute la régularité désirable. On peut encore, à l'aide d'un tuyau métallique dont la direction primitive varie, utiliser la chaleur qui pourrait être perdue malgré ces précautions, et l'employer à chauffer la pièce où sont placées les cuves à fermentation.

Qu'il nous soit permis, en finissant ce chapitre, d'insister sur la nécessité absolue de viser à l'économie du combustible, si l'on tient à faire une opération avantageuse. Il est des cas, fréquents dans la pratique, où cette dépense absorbe le bénéfice, tandis qu'avec un peu d'intelligence on pourrait aisément la réduire du tiers ou de la moitié. Dans la distillation agricole on doit tendre à un double but qui est d'un côté la production d'une chaleur suffisante, de l'autre l'utilisation d'une quantité considérable de débris de bois et de plantes qui fournissent le feu nécessaire et donnent encore des cendres riches en potasse (1).

On peut aussi, dans une ferme bien réglée, faire marcher de front deux opérations accessoires importantes qui couvriront une partie notable des frais généraux et augmenteront le bien-être du fermier et du propriétaire.

---

(1) Voir dans la 2e partie : *De la fabrication des salins. N. B.*

CHAPITRE VIII.

De l'avenir de l'alcoolisation au point de vue économique et des opinions de quelques auteurs.

Nous ne voulons certainement pas nous poser en critique, ni attaquer pour le ridicule plaisir de relever des fautes, des hommes qui se sont trompés ; mais nous avons envisagé l'alcoolisation sous le rapport du bien public, et nous ne pouvons nous empêcher de blâmer toute autre tendance. Nous ne sommes pas le partisan de ces gens qui profitent de leur situation pour faire un livre, sans s'inquiéter de savoir s'il répond à un besoin, s'il sera utile, et s'ils ont les éléments nécessaires pour le faire, et surtout pour rester vrais dans leurs affirmations. Nous avons la conviction que l'agriculture n'est restée dans la routine que grâce aux livres de certains savants, agronomes très capables dans leur fauteuil, au milieu de leurs cornues, mais très ignorants des choses praticables auxquelles ils n'ont jamais mis la main ; et nous craignons pour l'alcoolisation un sort analogue.

Et pourtant, l'avenir est bien encourageant pour cette branche de l'industrie. Nous ne croyons pas trop nous avancer en disant que, si grande que l'on suppose la production alcoolique, elle sera toujours au-dessous des besoins réels.

La navigation à vapeur employant des quantités énormes de ce produit sous forme d'éther, l'industrie des vernis, celle de la parfumerie, l'éclairage, la droguerie, la pharmacie, etc., sont des débouchés certains, sans parler de la fabrication des liqueurs et des

boissons alcooliques, sans parler des immenses besoins de l'exportation. Des industries nouvelles se créent partout, qui réclament l'alcool, comme l'agent indispensable, comme le dissolvant par excellence de leurs matières premières, et d'autres plus importantes à la veille de surgir, qui en consommeront davantage encore. Nous croyons donc à l'avenir le plus riche pour cette industrie et nous la pensons appelée à rester longtemps à la tête de toutes les autres.

Le but normal de la vigne n'est pas la production de l'alcool, et jamais personne ne doit être assez insensé pour brûler des vins de bonne qualité et de bonne garde pour la table ; la vigne ne doit pas fournir d'une manière spéciale la matière première de l'alcoolisation. Nous ne parlons pas ici des *marcs*, que leur nature ne permet guère d'employer qu'à la fabrication de la *piquette* et de l'eau-de-vie, ou de l'huile que l'on peut retirer des pépins. Les éléments d'alcoolisation se trouvent dans les grains et les racines féculentes, dans les racines juteuses et les fruits, qui entrent dans le système général de la culture et qui viendraient multiplier les richesses nationales et individuelles en donnant une valeur considérable à des produits plus ou moins négligés jusqu'à présent, au moins sous cette forme. L'alcoolisation est une industrie toute de culture, et son avenir est là tout entier.

Nous ne blâmons certes pas les industriels qui ont su profiter des circonstances de cherté actuelle ; mais nous leur disons franchement que lorsqu'ils ne pour-

ront plus produire d'alcool, l'agriculture le pourra encore avec bénéfices.

En effet, si nous établissons une balance pour la betterave prise comme exemple, nous atteindrons les résultats indiqués au tableau suivant, qui repose sur la saine pratique et donne la comparaison du prix de revient de l'alcool à 50 degrés pour l'industriel et pour le cultivateur. On verra aisément que tout l'avantage est à ce dernier.

Tableau des frais comparatifs de la production de l'alcool en industrie et en agriculture.

1° INDUSTRIE.

Frais :

1° 50,000 kilogrammes de betteraves à 18 francs en moyenne (1)	900 fr.
2° Main d'œuvre et combustible	200
3° Intérêt du capital à 10 pour 100, en supposant que l'on traite 2,500 kil. par jour, pendant 200 jours	50
4° Entretien	30
Total approximatif.	1,180 fr.

Recettes :

1° 36 hectolitres d'alcool à 50 degrés, au prix de 75 fr. ci.	2,700 fr.
2° 36,000 kilogrammes de pulpes, que le fabricant ne peut revendre à l'agriculture qu'avec peine, et dont il ne peut tirer que 6 fr. en moyenne, ci	216
Total approximatif.	2,916 fr.

(1) Les fabricants du Nord les ont payées jusqu'à 30 et 32 francs en 1853-54, plus du double de leur valeur. *N. B.*

Balance :

Recettes................	2,916 fr.
Frais...................	1,180
Bénéfice................	1,736 fr.

L'achat de la récolte d'un hectare de betteraves donnera donc à l'industrie un bénéfice de 1,736 francs, soit d'environ 147 pour 100, ce qui est déjà énorme.

2° AGRICULTURE.

Frais :

1° Frais de culture d'un hectare de betteraves repiquées, environ..............................	386 fr.
2° Main-d'œuvre..............................	120
(La main-d'œuvre rentre dans les frais généraux de la ferme, et pourrait ne pas être portée en compte, puisque sans l'alcoolisation, ils atteindraient le même chiffre.)	
3° Combustible (1)..............................	80
4° Intérêt du capital à 10 pour 100, en supposant que l'on traite 2,500 kilogrammes par jour pendant 200 jours..............................	50
5° Entretien..............................	30
Total approximatif.	666 fr.

Recettes :

1° 36 hectolitres d'alcool à 50 degrés, au prix de 75 fr.	2,700 fr.
2° 36,000 kilogrammes de pulpes équivalant pour l'agriculture à la betterave employée.................	386
Total approximatif.	3,086 fr.

(1) L'agriculteur peut employer les menus bois et débris qui ne lui coûtent guère que la moitié de ce chiffre. *N. B.*

Balance :

Recettes................	3,086 fr.
Frais..................	666
Bénéfice................	2,420 fr.

En sorte que l'hectare de betteraves, représenté par 50,000 kilog. donnerait à l'agriculteur 2,420 fr. de bénéfice, soit environ 363 p. 100 ou 216 p. 100 de plus que l'industriel ne peut prétendre, même en ne payant que 18 fr. les 1000 kilog. de betteraves. On est déjà fatigué en agriculture, et l'on a raison, des pulpes sulfatées, qui produisent un assez mauvais effet, et les fabricants éprouvent bien des difficultés pour se défaire de leurs pulpes. Il n'y aurait d'autre remède à cet inconvénient que d'engraisser eux-mêmes du bétail.

Si donc le prix de l'alcool à 50° tombait à 25 fr. l'hectolitre, l'industriel serait en perte de 64 fr. par 50,000 kilog. tandis que le cultivateur aurait encore 620 de bénéfice, sans parler de celui obtenu sur l'engrais du bétail, et il ferait encore un profit de 93 p. 100 environ.

La proportion se maintient encore dans l'alcoolisation de la plupart des autres matières, et l'on peut en conclure que l'avenir de l'alcool n'est pas dans l'industrie manufacturière, mais bien dans l'industrie agricole, laquelle agit sur un de ses produits à elle, sur lequel elle a un bénéfice secondaire sans rien perdre de la valeur primitive.

On pourrait à la campagne faire mieux encore, et

nous allons faire part à nos lecteurs d'une idée pratique, indiquée déjà dans notre *Traité d'alcoolisation de la betterave.*

« Pourquoi n'établirait-on pas des distilleries communes, analogues aux fruiteries destinées à la fabrication du fromage en diverses contrées. Le petit métayer, le propriétaire d'un domaine peu étendu pourraient, de cette façon, jouir des avantages réservés aux gens aisés, qui peuvent établir à leurs frais des distilleries particulières. On se cotiserait pour les frais d'établissement, ou même, dans certains cas, on pourrait en faire une affaire toute communale et obtenir l'assentiment de l'administration.

» Le local trouvé, les appareils établis, on mettrait à la tête un distillateur qui serait responsable de tout ce qui pourrait arriver : il choisirait ses aides à son compte, fournirait le combustible et serait tenu de pourvoir à l'entretien des appareils.

» Pour l'indemniser de son travail et de ses soins, il serait autorisé à garder une partie des produits dans des proportions fixées à l'avance par un traité formel et dont on ne pourrait pas se départir.

» La proportion varierait depuis un vingtième jusqu'à un dixième des produits, selon l'importance de la localité, en sorte que le *fruitier-distillateur* y trouverait un intérêt assez puissant pour le porter à bien faire. Ainsi, vous avez dessein de traiter 1,000 kilogrammes de betteraves pour les besoins de vos bestiaux, vous les portez à la distillerie, et aussitôt, sans même vous faire attendre la distillation, on vous remet

une quantité d'alcool et de pulpe proportionnelle. Le distillateur dispose alors de vos betteraves *qu'il a payées ainsi selon un tarif prévu*, à moins que vous ne préfériez attendre que vos propres betteraves soient traitées, et ne recevoir ce qui vous revient de pulpes et d'alcool qu'après la distillation.

» Nous n'entrons pas dans les autres détails de ce plan, qui nous paraît très réalisable : on rencontre encore des hommes de cœur, des gens d'initiative sérieuse ; qu'ils l'étudient et voient s'il n'y a pas là les éléments d'une utile création.

» On pourrait étendre ce plan à la vente de l'alcool, et le distillateur pourrait être tenu de vous payer au cours du jour ou au cours moyen de la semaine, la portion de ce produit à vous revenir ; enfin il est très facile de modifier le règlement de cet établissement selon les exigences des localités et d'autres raisons qu'il n'est pas de notre objet de déduire.

» Oui certes, et nous le disons en toute conviction, la production de l'alcool est une industrie d'avenir ; mais pour qu'elle reste dans sa véritable place, et qu'elle conserve toute son utilité, il faut qu'elle aille de conserve avec l'engraissement, il faut que ce soit une production agricole. »

Si nous avons pris la betterave pour exemple, ce n'est que par la raison de la vogue qu'on lui a donnée, et nous aurions pu facilement établir nos calculs sur la *carotte*, le *topinambour*, les *grains*, etc. Nos appréciations sont tellement loin d'être exagérées, qu'à l'heure où nous écrivons ces lignes, on nous apprend,

de source certaine, que des fabricants du Nord sont obligés de payer la betterave jusque 35 fr. les 1000 kilogrammes, pendant qu'elle ne revient au cultivateur qu'à 7 fr. 70 environ et que ce dernier après la distillation a encore un produit dont la valeur pour son bétail est la même qu'auparavant.

La différence est sensible et nous n'avons voulu l'établir si clairement qu'afin de bien faire voir que l'on a déplacé le véritable point de la question, et que l'avenir de l'alcoolisation est dans la ferme plutôt que dans les manufactures.

Jetons maintenant un rapide coup d'œil sur les hommes qui se sont occupés d'alcoolisation dans ces derniers temps, afin d'assigner à chacun le rang qu'il doit occuper aux yeux de la reconnaissance publique et de compléter nous-même notre tâche.

Nous aurons à dire quelques mots des travaux de MM. Clerget, Dubrunfaut, Payen, Champonnois et Barral, et nous mettrons dans notre éloge ou notre critique la vérité consciencieuse et l'impartialité absolue.

M. Clerget n'est ni alcoolisateur ni distillateur, et pourtant on peut dire sans crainte qu'il a rendu à l'alcoolisation le plus éminent service par ses recherches sur la saccharimétrie. L'alcool dépendant du sucre, M. Clerget a appris à l'industrie les vrais moyens d'apprécier les sucres et par suite d'en déduire la valeur alcoolique d'un jus ou d'un moût. Ce pas immense, dont la distillation devra toujours savoir gré à M. Clerget, a conduit la pratique à éviter les essais

absurdes et les opérations inconséquentes. Le laborieux chercheur est en outre d'une modestie rare, et, comme le dirait Montaigne, cela ne gâte rien. M. Clerget a été chargé de faire un rapport sur le procédé de M. Champonnois, procédé que nous examinerons plus loin, et il s'en est acquitté comme on devait l'attendre de lui. Honneur à lui donc pour le service important qu'il a su rendre à l'industrie de l'alcoolisation ; c'est un titre de gloire d'autant plus incontestable que le savant qui le mérite est sans prétention, bien différent en cela de beaucoup d'autres de notre connaissance.

Les brochures de M. Dubrunfaut n'apprennent pas grand'chose de neuf; presque tout est compilation dans les différents systèmes qu'on lui attribue, et quelque brillant que puisse être le résultat, M. Dubrunfaut n'a fait qu'appliquer ce qui était connu avant lui, si toutefois cette application n'avait été déjà faite.

Pour quiconque a médité les œuvres de l'illustre Chaptal, de *notre Chaptal*, comme l'appelle le comte François de Neuchâteau dans son orgueil patriotique, la source du *sucrage des vins*, de la plupart des modifications faites dans *les sucreries*, etc., n'est pas difficile à trouver. Les travaux de Virey, de Valmont de Bomare et de tant d'autres donnent de précieuses indications dont il est aisé de faire des procédés.

Ce n'est certes pas M. Dubrunfaut qui a découvert que les acides forts nuisent à la fermentation ; ce n'est pas lui qui a inventé la possibilité de se passer de levûre et encore moins l'alcoolisation des cossettes. Nous n'en finirions pas si nous voulions relever tout

ce que l'on pourrait critiquer dans les travaux de M. Dubrunfaut... Heureusement que nous avons mieux à faire. Nous avons commencé par la critique ; c'était notre devoir; mais il y a place aussi pour l'éloge. M. Dubrunfaut est un travailleur infatigable ; il a forcé l'industrie à mettre en œuvre d'excellentes idées, oubliées comme on oublie tout dans cette époque, où l'on travaille d'autant moins que l'on discute davantage, et nous lui sommes reconnaissant pour notre part d'avoir aidé à la tendance qui se manifeste vers le retour à certaines pratiques anciennes qui avaient bien leur mérite. Nous n'admettons nullement son acidulation des pulpes, mais nous n'admettons pas davantage que l'on vienne le blâmer sans connaissance de cause, à la façon de quelques journalistes peu sérieux.

L'*affinage* des alcools est une très bonne opération, qui aurait permis au commerce de livrer à meilleur prix des eaux-de-vie de table, si le commerce n'était pas ce qu'il a toujours été, l'être fictif, profitant quand même des misères et des disettes, l'usurier spéculant sur les besoins publics ou individuels. L'application de cette idée est encore due à M. Dubrunfaut avec d'autres bonnes choses, et il n'a pas dépendu de lui de la rendre fructueuse.

M. Payen a l'immense avantage que son nom soit lié à toutes les questions de chimie économique, comme autrefois celui d'Orfila à toutes celles d'empoisonnement. M. Payen a écrit un *Traité de chimie industrielle*, résumé de ses leçons depuis vingt ans, avec de

magnifiques gravures. Il est un peu question d'alcool dans ce livre, mais on n'y trouve absolument rien qui soit une appréciation nouvelle, rien qui sente le travail; la plupart des dires de M. Payen se retrouvent dans le *Manuel Roret*, de M. Julia de Fontenelle, et les aperçus nouveaux en apparence qui s'y rencontrent sont à peu près inutiles.

Nous avons lu un *Traité de la distillation des betteraves*, dû à la plume du savant professeur au Conservatoire. Nous ne parlerons pas des quelques pages consacrées à la culture de la plante; M. Payen devait rappeler à ses lecteurs son titre de secrétaire de la Société impériale d'agriculture. La description du procédé Champonnois et celle des perfectionnements industriels de M. Dubrunfaut semblent avoir été le but capital de l'auteur, qui a complété son œuvre par quelques mots sur la distillation des mélasses, sur l'anatomie des betteraves, sur quelques phénomènes de fermentation et les usages de l'alcool.

Nous ne pouvons féliciter l'auteur d'un travail incomplet que sa science et son éminente position dans la chimie française lui faisaient un devoir impérieux de rendre parfait.

On connaît de M. H. Champonnois une brochure, publiée en 1854; M. Champonnois y défend son système en bon avocat, c'est tout simple; nous verrons plus loin qu'en penser. En attendant, disons que M. Champonnois a le mérite remarquable, sauf les inconvénients palpables de sa méthode, d'avoir exécuté le premier l'idée des distilleries agricoles sur une

certaine échelle. Ce titre doit faire oublier ses torts de méthode et lui assurer la gratitude des hommes d'agriculture.

M. Barral. Ce professeur n'a fait jusqu'à présent que quelques colonnes peu importantes sur l'alcool dans le journal dont il est rédacteur. Encore contiennent-elles des affirmations erronées. Sans doute un prochain ouvrage de M. Barral viendra réparer ses articles de l'*Agriculture pratique*. Il y gagnera pour sa réputation, et le public n'aura pas à être exposé aux conséquences d'erreurs, toujours graves, quand il s'agit d'une question aussi sérieuse que celle-là. M. Barral a dû étudier l'alcool et son mode de production depuis lors, aussi ne doutons-nous pas du mérite de son travail, s'il se décide à écrire sur ce sujet.

Il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, de parler sérieusement d'un objet dont on n'a pas la première notion. Aussi nous élevons-nous contre ceux qui, sans s'être jamais brûlé les doigts, parlent de la chaleur du feu, et contre les *chimistes calculateurs*, dont la seule science consiste à aligner des formules, souvent fausses, dont le résultat ordinaire est d'induire en erreur ceux qui lisent leurs élucubrations.

Nous n'appliquons ceci à personne; mais notre but est de prémunir les alcoolisateurs contre une tendance que nous croyons funeste; la manie d'écrire sur tout semble s'être emparée de notre siècle; on fait constamment des livres indigestes, sans ordre et sans but, pour le plaisir de faire tout ensemble un livre et une spéculation. Encore une fois, de tels errements peuvent

être aussi nuisibles à l'alcoolisation que certains livres ont été funestes à l'agriculture.

Nous ne craignons pas d'avouer toute notre pensée dans les pages de ce livre ; car si un lecteur peut devenir un juge, il peut aussi être un ami, si surtout on écrit par le cœur. La question d'alcoolisation touche à des intérêts qui nous sont trop chers, pour que nous n'en prenions pas la défense, et l'agriculture, cette mère de la France, doit la considérer comme un de ses plus puissants auxiliaires.

Voici en quelques lignes le plan que nous voudrions voir adopter par les gens d'agriculture, afin de réunir à la culture de la terre toutes les préparations les plus importantes des matières premières fournies par les récoltes.

1° Chaque ferme aurait sa *distillerie*, à laquelle serait annexée la fabrication du vin dans les contrées vinicoles, du cidre et de la bière dans les autres.

2° Les fourneaux seraient construits de manière à permettre la combustion et l'incinération des *plantes à potasse*, desséchées préalablement.

3° Le fond en serait garni d'un rang de *pierres à chaux*, que l'on retirerait après calcination, et qui procureraient ainsi la chaux nécessaire aux *composts*, aux *amendements*, etc.

4° Les tubes conducteurs de la vapeur plongeraien dans les lessives concentrées de salin, afin de les évaporer en bonne consistance et d'économiser le combustible ; ils pénétreraient ensuite dans les réfrigérents.

5° Le local de la fermentation serait placé au-

dessus de la distillerie et la cheminée du fourneau, construite en larges tuyaux métalliques, porterait cette pièce à la température voulue, après avoir échauffé une petite *étuve*, pratiquée à côté.

6° La fabrication de l'huile, la préparation des matières textiles, des fécules, celle des sirops de sucre de betteraves concentrés et concrétés, etc., compléteraient la série des industries agricoles, sans parler de l'éducation des abeilles, de celle des vers à soie, de la préparation de la cire, etc.

7° L'étuve servirait à la dessiccation des *salins*, des *fécules*, etc.

Comme on peut le voir par cet aperçu, il y a beaucoup à faire encore pour donner à l'agriculture française tout l'essor dont elle est susceptible. Mais on aura beau faire et se débattre contre la vérité, elle finit toujours par éclairer et convaincre. Ces idées sont loin d'être neuves, et lorsque Chaptal créa sa *Chimie appliquée à l'agriculture*, il ne pensait pas autrement.

On parle d'excès de population, de paupérisme, de bras inoccupés... Cette triste plaie nous ronge en effet, et si l'on n'y prend garde, elle nous anéantira tôt ou tard. Ce n'est pas avec des discours, des ovations ou des fêtes que ces maux se conjurent; c'est en donnant à ce peuple affamé du pain et du travail, c'est en lui créant des industries lucratives et honorables, c'est en le retenant dans les campagnes par un avenir sérieux qu'on redressera la pente fatale où nous roulons, entraînés vers un abîme sans fond.

Que viennent chercher dans les villes les enfants des

campagnes? Du travail sans doute... Pourquoi ne pas leur en procurer chez eux? Pourquoi ne pas créer autour de la charrue les industries qui ne peuvent se soutenir que par elle? Pourquoi souffrir que des accapareurs avides s'emparent ainsi des profits naturels et légitimes de la culture, quand il faudrait si peu de chose pour ennoblir le métier de l'homme des champs par l'aisance?

Il n'est pas de contrée déshéritée sous notre beau ciel de France, et les marais de la Sologne, les bocages vendéens, les bruyères armoricaines, les landes du midi ne réclament que l'intelligence pour faire jaillir du sol, si ingrat qu'il paraisse, des sources fécondes de richesse et de prospérité.

Il y a là une noble tâche à accomplir, une sainte mission à exécuter, et mille fois béni serait le gouvernement ou l'homme privé qui parviendrait à l'accomplir. Quels biens ont donc jamais produit les théories sur l'économie sociale et sur le sort des nations? Ont-elles jamais fait naître un épi de plus, donné à un être humain la nourriture? Qu'importent au bonheur public les grands petits débats de nos doctes assemblées? Aux yeux du bon sens et de la raison, le dernier valet de ferme, occupé à nettoyer son étable, pèse plus dans la balance sociale que tous les phraseurs titrés réunis; il produit plus à l'État et aux hommes; mais pourtant, quelle différence!

A l'homme utile, les privations... aux bourdons la richesse et les honneurs? Il serait pourtant facile de changer ce triste état de choses, en concentrant les

forces vives de l'intelligence et les forces physiques autour de cet art sublime qui fait notre supériorité réelle et qui nourrit tous les autres. Il serait aisé de s'opposer à ce flot qui abandonne chaque année les champs pour les cités, en encourageant, en protégeant l'industrie agricole, anéantie aujourd'hui par l'industrie manufacturière.

Nous ne sommes pas ennemi du progrès ; tant s'en faut : mais nous avons constamment remarqué, dans les pays de fabrique, la misère par le vice prenant la place de l'heureuse médiocrité qui yr égnait auparavant.

e seul moyen d'arrêter tous ces maux consiste dans la réalisation d'un plan qui tendrait à placer auprès de la charrue, dans la ferme même, toutes les industries agricoles, compatibles avec l'économie des champs. Le cultivateur fait le vin, le cidre, l'huile, etc., pourquoi ne ferait-il pas l'alcool ? pourquoi ne préparerait-il pas la potasse, la crème de tartre, les produits tinctoriaux, qui sortent de son champ ou de sa vigne ?

Nous appelons de tous nos vœux un tel changement, et nous espérons être compris des hommes d'élite, nombreux aujourd'hui, qui consacrent leurs loisirs et les travaux de leur vie à l'amélioration générale et à l'étude du bien-être de tous.

DEUXIÈME PARTIE.

PRATIQUE DE L'ALCOOLISATION.

§ Ier. — Observations préliminaires et règles générales.

Nous avons étudié, dans notre première partie, toutes les questions dont la connaissance est utile à l'alcoolisateur; sur les plus capitales, nous nous sommes étendu autant que le permettaient nos limites, et nous avons indiqué, sur les autres, les points les plus importants. Il nous reste à tracer, dans cette seconde partie, les règles de pratique dont le distillateur ne doit pas se départir, s'il veut atteindre la perfection. Nous n'avons pas la pensée de poser des bornes au progrès industriel, même en alcoolisation; mais il est des observations sérieuses, basées sur la science et la pratique, que chacun doit prendre en considération.

Nous savons faire le sucre fermentescible, nous savons en apprécier la proportion et diriger l'action capitale de la fermentation; l'alcoométrie nous en indique les résultats... A l'aide de ces moyens, nous pouvons faire de l'alcool avec tout ce qui est alcoolisable, nous pouvons tenter toute espèce d'essais, et, à la première vue, toute explication ultérieure semble être un hors-d'œuvre.

Mais nous avons à cœur de faire de ce travail un

véritable *memento* de l'alcoolisation ; nous ne voulons rien passer sous silence de ce qui peut contribuer à faire atteindre ce but. Voici donc les principes généraux et les règles pratiques sur lesquels doit reposer la distillation bien entendue.

Nous divisons les matières alcoolisables en deux groupes sous ce rapport :

1° Les premières, contenant le glucose tout formé, n'ont pas besoin de *transformation*, dans le sens rigoureux que nous attachons à ce mot;

2° Les secondes, contenant une matière hydrocarbonée transformable (*cellulose*, *fécule*, *gomme*, *pectosine*, etc.), doivent subir la saccharification.

Nous supposons que tout ce qui a été dit sur ce sujet a été suffisamment compris du lecteur, et nous ne nous y arrêtons pas. Quelle que puisse être la matière à transformer en glucose, cette transformation doit se faire :

1° A l'aide de la *diastase* ou de l'orge germée, si la matière contient de la fécule principalement;

2° Par l'*acidulation*, si les autres substances transformables dominent, ou qu'on n ait pas à utiliser les résidus.

Acidulation. — Observations.

M. Dubrunfaut a cru qu'il avait découvert une haute nouveauté en alcoolisation lorsqu'il a avancé que les acides forts en excès nuisent à la fermentation ; malheureusement l'affirmation est loin d'être neuve.

Toutes les fois que l'on aura à faire fermenter des

moûts tendant à la dégénérescence *visqueuse*, *lactique*, etc.; tels que les *mélasses*, les *moûts de betteraves*, de *carottes*, de *potiron*, de *dahlia*, d'*asphodèle*, etc., les jus des tiges sucrées, *maïs*, *millet*, *sorgho*, etc., on devra aciduler le moût obtenu par pression et lavage, à l'aide de l'*acide sulfurique*, dans la proportion de 0,50 à 1 p. 100. Il importe de ne guère dépasser cette quantité, quoique 1 1/2 p. 100 d'acide ne soit pas encore très nuisible, et que ce chiffre soit même avantageux quand on traite des moûts tenant en dissolution des matières particulières, comme la *mannite*, la *pectose*, la *potasse*, etc.

Nous n'en dirons pas plus à cet égard, mais nous ferons une observation de la plus haute importance, à notre sens, sur l'acidulation des pulpes, préconisée par des gens qui tiennent, sans doute, à faire parler de leurs systèmes. Vous acidulez les pulpes..., quel avantage en retirez-vous de plus qu'en acidulant le moût tout simplement? Aucun. On ne déplace pas plus de matière sucrée que par l'eau seule ; on ne produit nul résultat meilleur sur le liquide et l'on s'expose à de graves inconvénients.

1° La *pulpe est perdue*, et dans l'intérêt de l'agriculture, nous conseillons aux cultivateurs de ne jamais acheter les pulpes d'un fabricant dans l'établissement duquel on aurait adopté cette méthode.

2° On double le mauvais goût de son produit.

3° On fait une dépense inutile, puisqu'on n'a pu juger encore de la nécessité de cette opération.

Nous pourrions démontrer par une foule d'autres

raisons, que l'acidulation des pulpes est une très mauvaise opération, mais nous préférons faire voir que l'acidulation du moût emporte les mêmes avantages sans être entachée des mêmes mauvaises conséquences.

1° Par l'acidulation du moût, la pulpe ou les résidus conservent toute leur valeur nutritive.

2° On évite aussi sûrement la dégénérescence et la transformation visqueuse, lactique, etc.

3° On a moins de mauvais goût.

C'est assez faire connaître notre manière de voir à ce propos et nous conseillons fortement de ne point additionner les pulpes d'acide sulfurique, toutes les fois qu'on peut s'en passer.

Règles générales.

1° Il importe extrêmement à la pratique d'une bonne alcoolisation de transformer en glucose tout ce qui en est susceptible ; on ne devra donc pas craindre de prolonger la durée de la saccharification, soit par l'orge, soit autrement, au delà du temps ordinaire, pour peu que l'on ait à craindre qu'elle ne soit incomplète.

2° On fera en sorte de n'agir que sur des moûts présentant au moins 8 à 10 degrés de densité au pèse-sirop après la saccharification.

3° Si cette opération a été faite par l'acide, on le neutralisera par la craie ou le carbonate de chaux en poudre jusqu'à ce que le papier de tournesol ne prenne qu'une très légère teinte *vineuse*, tout au plus.

4° Avant de mettre le moût en fermentation, on devra, autant que possible, le laisser bien reposer, s'il a été obtenu par l'acide, afin de se débarrasser par la décantation, de la plus grande partie, sinon de la totalité du sulfate de chaux, ce sel étant nuisible à la fermentation.

5° Les cuves à fermenter, l'appareil filtrateur, etc., seront tenus avec la plus grande propreté, nettoyés à chaque opération, et lavés avec de l'eau acidulée de 4 ou 5 p. 100 d'acide sulfurique.

6° Les moûts seront passés au filtre, autant que faire se pourra, avant d'être mis en levûre.

7° La fermentation sera déterminée à l'aide de 2 ou 3 p. 100 de levûre *fraîche*, et l'on aura soin de conserver, à chaque opération, de la levûre supérieure pour une opération subséquente.

8° Avant d'ajouter la levûre, on s'assurera que la température du local destiné à la fermentation est fixée à environ 25° et l'on obtiendra facilement ce résultat par la disposition de la cheminée du fourneau, qui entretiendra constamment une chaleur suffisante.

9° On délaiera la levûre dans du moût et l'on ajoutera ensuite ce liquide à la masse de la cuve en agitant.

10° Une heure après, la cuve sera couverte, soit avec des planches et de la grosse toile, ou, préférablement, avec un couvercle un peu conique, destiné à condenser les vapeurs alcooliques, qui pourraient s'élever pendant la transformation.

11° On devra s'arranger pour avoir assez de cuves

en fermentation pour que le contenu d'une d'elles soit distillé tous les jours.

12° La fermentation sera finie lorsque le moût, lequel marquait 8 ou 9 degrés au pèse-sirop, ne donnera plus que 0 ou 1 degré tout au plus.

12° Le moût fermenté doit être distillé le plus tôt possible, afin d'éviter la transformation acétique.

13° On ne doit jamais introduire dans les appareils à distillation de matières solides ou pâteuses, *même en consistance de bouillie claire*, afin de ne pas brûler les colonnes d'appareil et de ne pas donner de mauvais goût au produit.

14° Les vapeurs alcooliques seront condensées le plus complétement possible, par le refroidissement absolu du serpentin, dans les appareils anciens, et par un courant continu de vinasse froide, dans les appareils à distillation continue.

15° On s'efforcera, autant qu'il se pourra, de ne pas dépasser la température de 90° à 100° centig. afin de donner aux résultats moins d'odeur d'empyreume, et de ne pas déterminer la production d'huiles *pyrogénées*, le plus souvent infectes.

16° Dans les appareils ordinaires, on arrête l'opération quand le produit ne marque plus que 10°. Gay-Lussac, ou quand il ne s'enflamme plus sur le chapiteau, à l'aide d'une allumette ; c'est une très mauvaise manière de faire, par laquelle on perd beaucoup d'alcool. Il convient, dans tous les systèmes, de continuer la distillation jusqu'à l'épuisement des vinasses, lorsque le produit ne donne plus que 0° ou à peu près.

17° Les vinasses doivent être utilisées ; cela peut se faire :

1° Par la macération, quand on emploie cette méthode, qui est mauvaise,

2° Par la fabrication des engrais,

3° Par la préparation des lessives, pour la fabrication du salin de potasse.

18° Quand on veut obtenir des alcools de table, dits *fins*, ou un degré alcoolique très élevé, il faut *rectifier*, c'est-à-dire redistiller les produits, et encore doit-on les fractionner.

19° Le fractionnement des produits se fait en mettant à part le premier et le dernier quart comme infects et en conservant comme *fins* les deux quarts intermédiaires, que l'on mélange avec les alcools de vin.

20° Les rectifications doivent être conduites lentement, au bain-marie, et à la température la plus faible que l'on peut.

Rappelons, en finissant de tracer les règles principales de l'alcoolisation, *qu'il faut constamment tendre à laisser aux résidus toutes leurs propriétés nutritives, tout en obtenant l'alcool aux meilleures conditions possibles*. Le fabricant lui-même doit viser à ce résultat, s'il n'a perdu toute conscience du bien public et tout sentiment du devoir impérieux qui l'oblige envers l'agriculture.

Abordons maintenant la pratique de l'alcoolisation des diverses matières alcoolisables, en même temps que nous ferons l'étude de leur rendement, au double

point de vue de la théorie et de la vérité industrielle.

Nous avons divisé les substances alcoolisables en deux groupes :

A. — Le premier renferme toutes celles qui n'ont pas besoin de saccharification.

B. — Le second comprend celles qui exigent cette opération.

Premier groupe.

A cette branche de notre division appartiennent :

1° Les liquides ou boissons qui ont déjà subi la fermentation, comme le *vin*, le *cidre*, l'*hydromel*, la *bière*.

2° Les jus sucrés : ceux de *betteraves*, de *carottes*, de *navets*, de *raves*, de tiges de *canne à sucre*, de *maïs*, de *sorgho*, de *millet*, les racines de *chiendent*, etc.

3° Les jus des fruits à noyaux, ceux des fruits à pepins, rentrent dans l'article *cidre*, puisqu'il faut faire une sorte de cidre quand on veut les alcooliser.

Les fruits sucrés utilisables sont surtout : les *prunes*, les *cerises*, les *merises* et les *figues*. Les autres, *abricots*, *pêches*, *dattes*, sont d'un prix de revient trop considérable.

4° Les baies : *groseilles*, fruits du *sureau*, *framboises*, etc.

5° Les fruits de terre sucrés : *melon*, *potiron*, *citrouille*, *melon d'eau*.

6° Le *sucre de canne* et les *mélasses*.

7° Le *miel*.

Deuxième groupe.

Dans cette seconde série on doit ranger :

1° La fécule.

2° Les racines féculentes, ou autres dans lesquelles on rencontre l'*amidon*, la *gomme*, la *pectosine*, etc., telles que la *pomme de terre*, le *topinambour* (*inuline*), le *panais*, l'*asphodèle*, la *garance*, le *dahlia*.

3° Les céréales : *froment*, *seigle*, *orge*, *avoine*, *riz*.

4° Les graines et fruits féculents : *sarrazin*, *maïs*, *millet*, *sorgho*, *panis*, *pois*, *lentilles*, *haricots*, *fèves de marais*, *féveroles*, *vesces*, *châtaignes*, *glands*, etc.

5° La cellulose proprement dite : *bois pulvérisé*, *paille*, *coton*, *papier*, *linge*, *feuilles*, *foin*, etc.

Chacune des divisions de ces deux groupes fera l'objet d'un chapitre *spécial*.

---

§ II. — Des liquides fermentés.

A. — Du Vin.

Ce précieux liquide, dont la cherté peut être considérée comme un véritable malheur public, a été pendant fort longtemps un objet de désir et d'envie pour les peuples barbares et les hordes du Nord. Quelqu'un a fait cette remarque intéressante que les invasions du torrent septentrional se sont arrêtées aussitôt que les populations nomades qui en faisaient partie se trouvèrent en possession du vin.

Voyons donc quelles sont les principales règles qui doivent diriger le fabricant dans la préparation du

vin ; cet objet rentrant évidemment dans notre cadre, puisqu'il s'agit de la fabrication d'un *liquide alcoolique*. Nous extrayons ce qui suit des travaux de M. le comte Chaptal et du *Dictionnaire d'agriculture pratique* de M. François de Neufchâteau. Ces deux sources indiquées pour ce que nous avons à dire au sujet de l'œnologie, examinons quelles en sont les diverses opérations.

1° *Vendange*. — « L'époque en varie suivant les lieux et les objets qu'on se propose. Dans les contrées septentrionales, où la température s'élève peu, le raisin ne parvient jamais à une maturité parfaite, et est cueilli dès qu'il ne profite plus. Quelque peu avancé qu'il soit, il devient indispensable d'en faire la récolte ; autrement l'humidité, les pluies, les nuits fraîches de l'automne, le détériorent et le corrompent. Dans les climats plus favorables à la culture de la vigne, on avance, on retarde la vendange suivant les qualités qu'on se propose de donner aux vins.

» Le mérite des uns consiste dans un bouquet agréable qui est incompatible avec une maturité complète, celui des autres réside dans la force alcoolique ou la saveur douceâtre qui exige un entier développement du principe sucré.....

» Dans les contrées méridionales, l'époque de la vendange est communément celle où le raisin est parvenu à sa maturité... On choisit autant que possible un temps sec, ou au moins on attend que le soleil ait dissipé la rosée et réchauffé l'atmosphère... A mesure qu'on détache les raisins, on les place avec

adresse, et sans les tasser, dans des vases et de là dans des baquets ou des hottes, au moyen desquels on les transporte dans la cuve sans qu'ils perdent leur suc.

» Dans quelques pays, la vendange se fait à plusieurs reprises ; on ne cueille chaque fois que les raisins dont la maturité est plus parfaite, plus uniforme, et les grains plus égaux et mieux nourris. Le vin qui résulte des grappes aussi bien assorties entre elles est plus fin et plus délicat. Dans d'autres lieux, soit que l'abondance des récoltes ne permette pas ces soins minutieux, ou qu'on soit moins jaloux de la qualité des produits, on coupe et l'on presse sans triage la vendange tout entière.

2° *Foulage.* — « Les raisins renferment tous les principes de la fermentation ; mais ces principes, isolés dans le grain, ont besoin d'être mis en contact pour se décomposer mutuellement, et pour transformer en liqueur vineuse un jus doux et sucré. C'est l'objet que remplit le *foulage*. Il brise les cellules où sont contenues la levûre et la substance sucrée ; elles se mêlent, se confondent, réagissent entre elles, et donnent naissance à l'ensemble des phénomènes qui constituent la fermentation. Mais convient-il d'*égrapper* ou de ne pas égrapper les raisins ? Cette question, vivement agitée par les agriculteurs, cesse d'en être une dès qu'on ne la généralise plus. En effet, la grappe ne contenant ni arome, ni substance sucrée, ne contribue ni à la force, ni au bouquet des vins, mais le principe acerbe qu'elle renferme relève la fa-

deur naturelle de ceux qu'on récolte dans les contrées humides et froides... La grappe peut être considérée comme un ferment utile dans tous les cas où il est à craindre que la décomposition ne soit lente et incomplète. Elle favorise la fermentation et donne de la durée aux vins, mais en même temps elle leur communique une certaine âpreté. Cette pratique est adoptée par les uns, repoussée par les autres, selon qu'ils préfèrent un vin délicat ou généreux.

» Mais quelle que soit la méthode qu'on suive, il est indispensable d'écraser le raisin pour qu'il fermente.

3° *Fermentation.* — « La cuve, placée dans des circonstances favorables, bouillonne presque aussitôt qu'elle est remplie ; mais diverses causes hâtent ou modifient la production de ce phénomène. La température, le contact de l'air, la proportion des principes dont le moût se compose, exercent une influence plus ou moins considérable. L'intervalle compris entre 12 et 15 degrés centigrades est le plus propre à la fermentation spiritueuse ; elle languit au-dessous de ce terme, et devient tumultueuse au-dessus. Un fait singulier..., c'est que la *fermentation est d'autant plus lente que la température est plus froide au moment où se font les vendanges.* On a reconnu que des raisins cueillis dans la première partie du jour, fermentent moins vite que ceux de même espèce, qui ont été récoltés dans l'après-midi, lorsque le soleil est beau, le temps pur et serein. »

A ces observations du *Dictionnaire d'agriculture pratique*, de M. de Neufchâteau, nous ajouterons

les idées suivantes, empruntées à l'illustre *Chaptal*, une des gloires de l'agronomie et de la chimie française, lesquelles complètent tout ce que l'on peut désirer de savoir sur la fermentation vineuse, au moins d'une manière générale.

« Il est reconnu que le raisin cueilli avec la rosée ou la pluie, fermente moins vite et moins bien que lorsqu'il est très sec ; il est constaté que le raisin fermente d'autant mieux, et plus tôt, que la température de l'air est plus chaude pendant qu'on en fait la récolte.

» Il conviendrait donc de ne cueillir le raisin que lorsque la rosée est dissipée et que le soleil l'a échauffé ; mais dans les grands vignobles, à l'époque où se fait la vendange, il est difficile de réunir toutes ces circonstances favorables ; on ne peut les observer que lorsqu'il s'agit de vins délicats et précieux...

» La grappe porte avec elle un principe légèrement *amer*, qui se communique aux vins, et relève la saveur de ceux qui sont naturellement *plats*, et facilite en même temps la fermentation.

» D'après cela on doit *égrapper* dans tous les cas où le moût peut, *sans addition aucune*, subir une bonne fermentation et produire un excellent vin ; on ne doit pas égrapper, toutes les fois qu'on opère sur un raisin qui ne donne ordinairement qu'un vin médiocre, pâteux, et qui n'est pas *de garde*. On peut encore ne pas égrapper lorsque le raisin est très sucré et qu'on craint d'avoir pour résultat un vin trop doux.

» Il est rare que la température du cellier, dans

lequel on fait fermenter la vendange, soit au douzième degré du thermomètre de Réaumur, et que la chaleur de l'atmosphère et conséquemment celle du raisin, marquent ce degré. Cependant le moût ne peut convenablement fermenter que lorsque la chaleur est à 10 ou 12 degrés, et on doit l'y porter si l'on veut obtenir de bons résultats.

» On y parvient en chauffant le cellier avec des poêles et y laissant le raisin sans le fouler jusqu'à ce qu'il ait pris cette température, ou, ce qui est mieux encore, en chauffant des chaudronnées de moût qu'on verse successivement dans la cuve. La fermentation s'établit alors beaucoup plus vite, et elle est plus régulière et plus parfaite.

» Dès que la vendange est dans la cuve, il convient de la recouvrir avec des planches et de vieilles couvertures... En interceptant *presque* toute communication avec l'air extérieur, on prévient les variations de température, nuisibles à la fermentation ; on empêche le *chapeau* de la vendange de s'aigrir, et l'on détermine un degré de chaleur constant pendant tout le temps de l'opération.

» Lorsque la fermentation se ralentit, on peut brasser la vendange avec un râble : par ce moyen, on rabat dans la masse les écumes qui sont à la surface et qui forment un *levain* qui imprime un nouveau mouvement à la fermentation.

» On a encore obtenu de bons résultats en tenant la râfle constamment immergée dans la vendange par le moyen de planches ou d'un filet...»

Nous n'ajouterons rien à des instructions aussi précises que nous consignons à dessein, afin de faire voir que l'art de la vinification, tel qu'on le pratique aujourd'hui, n'a fait que fort peu de progrès, au moins relativement, car les faibles modifications qui ont pu être faites n'ont porté que sur des objets de détail assez insignifiants, et reposent d'ailleurs sur les principes posés par les hommes habiles qui nous ont précédés. M. Chaptal ajoute, ce qui est incontestable, que le vin placé dans les tonneaux éprouve encore un mouvement de *fermentation insensible* qui termine l'opération de la fermentation.

Le vin ainsi traité devient propre aux usages de la table, et on peut le distiller pour en extraire un alcool de bon goût, auquel on a donné le nom d'*esprit-de-vin*. Cet alcool tient en dissolution une huile essentielle agréable suivant les uns, un *éther* particulier, l'*éther œnanthique* ou vinique selon les autres. Nous croyons qu'il convient de se faire une opinion complexe, résultant des deux précédentes. Cependant nous ne pouvons admettre l'existence de ce qu'on a nommé *éther œnanthique* ou vinique, jusqu'à ce qu'on nous ait démontré la réalité d'un *acide vinique* réagissant sur l'alcool.

Cet acide vinique ne serait-il pas le *racémique* ou le *tartrique?* Nous inclinons fortement à le croire, et un certain nombre d'expériences, sur les odeurs du vin, nous autorisent dans cette manière de voir.

Sucrage des Vins.

Nous n'avons pas à entrer ici dans des détails sur l'emmagasinage et l'encavage des vins, opérations qui sortent de notre objet; seulement nous ne terminerons pas cet aperçu sans parler à nos lecteurs d'une question à l'ordre du jour : le *sucrage des vins*. Certains hommes, habitués à se parer des plumes d'autrui et à se composer un bagage formé des dépouilles des autres, ont fait sonner haut et fort toutes les trompettes de la presse en conseillant de sucrer les moûts... Et l'on applaudit à cette idée qui est bonne, en effet; le seul malheur que nous puissions y voir, c'est que cette quasi innovation est tout bonnement un *plagiat* fait à Parmentier, Chaptal et autres. Nous eussions compris qu'on vînt dire : Mettez en pratique les sages conseils du célèbre Chaptal; rien n'est plus avantageux que le *sucrage des vins* dans les années de mauvaise qualité, etc... Mais nous n'admettons pas et nous ne souffrirons jamais que l'on vienne se draper dans un manteau d'emprunt en *laissant croire* à la foule qu'on en est le vrai propriétaire.

Donc, Chaptal, le bon et le rude travailleur, a préconisé, un des premiers, la méthode dite *sucrage des vins*, laquelle est ressuscitée de lui et n'appartient à aucun de ceux qui la vantent aujourd'hui.

Voici les paroles textuelles du comte Chaptal, pair de France, grand officier de la légion d'honneur, membre de l'Académie des sciences et, ce qui ne gâte rien,

chimiste habile, point du tout charlatan, et agronome distingué ; nous citons :

« Généralement en France, lorsque le raisin parvient à maturité, le sucre s'y trouve dans des proportions convenables avec le principe *végéto-animal* (ferment), pour subir une fermentation régulière et parfaite ; mais lorsque la saison est humide ou froide, la partie sucrée est peu abondante, le *mucilage* prédomine et le produit de la fermentation est peu spiritueux. Dans ce cas, le peu d'alcool qui a été développé ne suffit pas pour préserver le vin d'une décomposition spontanée, et, au retour des chaleurs, il s'établit une autre fermentation qui décompose la liqueur et produit du vinaigre.

» On peut obvier à ce mauvais résultat en réparant, par le moyen de l'art, la composition imparfaite du moût : *il ne s'agit que de lui donner la quantité de sucre qui lui manque et que la nature n'a pas pu produire.*

» *Pour déterminer la quantité de sucre qu'il convient de mêler à du moût provenant de raisins qui n'ont pas mûri, il suffit des indications suivantes :*

» Dans le midi de la France, le raisin parvient le plus ordinairement à un état de maturité parfaite, et dans ce cas, la fermentation ne demande qu'à être bien conduite ; les vins s'y conservent sans altération ; mais dans le nord, quelque favorable que soit la saison, ce fruit n'est jamais complétement mûr. J'ai constamment observé que, dans le midi, le vin qui a bien fermenté marque, au pèse-liqueur, quelques fractions

de degré au-dessous de la pesanteur spécifique de l'eau, tandis que, dans le nord de la France, les vins nouveaux font rarement descendre le pèse-liqueur au même degré.

» Une autre observation importante, qui peut nous guider pour connaître la quantité de sucre qu'il convient d'employer chaque année, c'est de déterminer le degré de concentration du moût qui varie à chaque récolte. Le pèse-liqueur m'a souvent indiqué une différence de deux à quatre degrés de concentration dans le moût provenant du même vignoble, selon que la maturité du raisin avait été plus ou moins avancée; le moût pèse d'autant plus qu'il provient de raisins plus mûrs...

» *Ainsi, lorsqu'on a déterminé une fois le degré de la pesanteur spécifique du moût provenant du raisin qui est parvenu à sa plus grande maturité, il suffit de le porter à ce degré, par l'addition du sucre, dans les années où la maturité est moindre.*

» En 1817, le raisin de Touraine n'avait pas mûri, le moût de ma vendange, qui marque 11 degrés dans les bonnes années, n'était qu'à 9; je le portai à 11 en y ajoutant du sucre. Je couvris la cuve avec des planches et des couvertures de laine, et je laissai fermenter. Le vin se trouva très dépouillé au sortir de la cuve; il avait presque autant de force que celui du Midi, tandis que ceux qui avaient cuvé sans addition de sucre étaient plats et épais, comme sont constamment les gros vins rouges de ces vignobles. Ces derniers se vendirent cinquante francs la pièce, et j'ai

refusé quatre-vingt-quatre francs du mien, ayant préféré le conserver pour ma table. Le vin sortant de la cuve était aussi dépouillé que ceux du même cru qui ont quatre années de futaille, et il était beaucoup plus généreux et plus agréable au goût. *Vingt pièces de vin préparées de cette manière ont employé cinquante kilogrammes de sucre.*

» A mesure qu'on foule le raisin et qu'on remplit la cuve, on met du moût dans un chaudron placé sur le feu; on porte ce moût à une chaleur suffisante pour dissoudre le sucre, et dès qu'il est dissous, on verse la dissolution dans la cuve en agitant la masse de liquide avec soin. On renouvelle cette opération jusqu'à ce qu'on ait employé tout le sucre qu'on destine à cet usage. Lorsque l'opération est terminée, on couvre la cuve et on laisse aller la fermentation.

» *Quelques auteurs* conseillent de faire bouillir le moût, et même de le réduire à moitié par une ébullition prolongée. Je ne partage pas cette opinion. L'ébullition altère une partie du principe végéto-animal qui se concrète par la chaleur; je me borne à porter le moût à une température de 35 ou 40 degrés.

» Dans les pays du nord de la France, où le raisin ne mûrit jamais, on peut porter la concentration du moût, par le moyen du sucre, à 1 ou 2 degrés de plus qu'il n'en a dans les meilleures années; le vin en sera infiniment plus généreux, et résistera mieux à la décomposition.

» Cette méthode présente plusieurs avantages :

» 1° En échauffant la cuve par le moyen du moût dans lequel on a dissous le sucre, on porte la température du liquide à 12 ou 14 degrés, et dès lors la fermentation s'établit plus promptement.

» 2° En couvrant la cuve, on met la vendange à l'abri des variations de température que peut éprouver l'atmosphère, lesquelles provoquent, retardent ou suspendent la fermentation.

» 3° La chaleur qui se développe dans la cuve couverte est plus intense et la décomposition du moût plus parfaite.

» 4° L'addition du sucre donne lieu à la formation d'une beaucoup plus grande quantité d'alcool.

» 5° Le chapeau de la vendange aigrit beaucoup moins.

» 6° Le vin est plus dépouillé et moins susceptible de s'altérer.

» 7° *La déperdition qu'éprouve l'alcool dès qu'il est formé* est moins considérable que dans les cuves découvertes (1). »

Toutes les réclames du monde et tous les articles spéciaux ne peuvent empêcher un fait, lequel est que M. le comte Chaptal a dit tout ce qu'il importe de savoir sur la question importante du sucrage des vins avant que les mdernes songeassent à en tirer parti, et que le mérite tout entier en revient à l'homme éminent dont nous parlons. Qu'il soit assez riche pour prêter à MM. tels ou tels et à de plus pauvres encore,

---

(1) *Chimie appliquée à l'agriculture*, t. II, pages 208 à 213.

nous n'en disconvenons pas; mais ce n'est pas une raison pour que les emprunteurs aient honte de leurs dettes, et elles sont nombreuses.

Nous sommes certain qu'un bibliophile qui s'occuperait de contrôler sur les livres de nos devanciers les *découvertes* des modernes, en trouverait plus des huit dixièmes toutes faites, n'ayant coûté à leurs prétendus auteurs que la peine de s'en couvrir. Heureux les gens qui peuvent faire ce métier ; profit sans peine et sans science ni travail, telle doit être leur devise ; et quoiqu'il soit permis de *glaner*, nous croyons qu'il est juste de n'être que ce qu'on est, homme d'application quand on utilise le bien d'autrui resté sans usage, homme d'invention quand on a réellement le génie des découvertes.

Les expériences de Macquer ont encore bien évidemment précédé les articles de journaux qui s'impriment de nos jours, et il suffit de les lire pour être parfaitement édifié sur la question de sucrage des vins :

« Au mois d'octobre 1776, je me suis procuré, dit-il, assez de raisins blancs, d'un jardin de Paris, pour faire 25 ou 30 pintes de vin : c'était du raisin de rebut. Je l'avais choisi exprès dans un si mauvais état de maturité qu'on ne pouvait espérer d'en faire un vin potable. Il y en avait plus de la moitié dont une partie des grains et des grappes entières étaient si verts qu'on ne pouvait en supporter l'aigreur. Sans autre précaution que celle de séparer ce qu'il y avait de pourri, j'ai fait écraser le reste avec les râfles, et exprimer le

jus à la main. Le moût qui en est sorti était très trouble, d'une couleur verte, sale, d'une saveur aigre-douce, où l'acide dominait tellement qu'il faisait faire la grimace à ceux qui en goûtaient. *J'ai fait dissoudre dans ce moût assez de sucre brut pour lui donner la saveur d'un vin doux assez bon:* et sans chaudière, sans entonnoir, sans fourneau, je l'ai mis dans un tonneau, dans une salle au fond d'un jardin, où il a été abandonné. La fermentation s'est établie dans la troisième journée et s'y est soutenue pendant huit jours d'une manière assez sensible, mais pourtant fort modérée. Elle s'est apaisée d'elle-même après ce temps.

» Le vin qui en est résulté, étant tout nouvellement fait et encore trouble, avait une odeur vineuse assez vive et assez piquante, la saveur avait quelque chose d'assez revêche, attendu que celle du sucre avait disparu aussi complétement que s'il n'y en avait jamais eu. Je l'ai laissé passer l'hiver dans son tonneau, et l'ayant examiné au mois de mars, j'ai trouvé que sans avoir été ni soutiré, ni collé, il était devenu clair ; sa saveur, quoique encore assez vive et assez piquante, était cependant plus agréable qu'immédiatement après la *fermentation sensible*. Elle avait quelque chose de plus doux, de plus moelleux, et n'était mêlée néanmoins de rien qui approchât du sucre. J'ai fait mettre alors ce vin en bouteilles, et l'ayant examiné au mois d'octobre 1777, j'ai trouvé qu'il était clair, fin, agréable au goût, très brillant, généreux et chaud, en un mot, tel qu'un bon vin blanc de pur raisin qui n'a

rien de liquoreux, et provenant d'un bon vignoble dans une bonne année. Plusieurs connaisseurs à qui j'en ai fait goûter en ont porté le même jugement, et ne pouvaient croire qu'il provenait de raisins verts dont on eût corrigé le goût avec du sucre.

» Ce succès, qui avait passé mes espérances, m'a engagé à faire une autre expérience du même genre et encore plus décisive par l'extrême verdeur et la mauvaise qualité du raisin que j'ai employé.

» Le 6 novembre de l'année 1777, j'ai fait cueillir de dessus un berceau, dans un jardin de Paris, de l'espèce de gros raisin qui ne mûrit presque jamais bien dans ce climat-ci, et que nous ne connaissons que sous le nom de *verjus*, parce qu'on n'en fait guère d'autre usage que d'en exprimer le jus, avant qu'il soit tourné, pour l'employer à la cuisine en qualité d'assaisonnement acide. Celui dont il s'agit commençait à peine à tourner, quoique la saison fût fort avancée, et il avait été abandonné dans son berceau comme sans espérance qu'il pût acquérir assez de maturité pour être mangeable. Il était encore si dur que j'ai pris le parti de le faire crever sur le feu pour pouvoir en tirer plus de jus : il m'en a fourni huit ou neuf pintes. Ce jus avait une saveur très acide, dans laquelle on distinguait à peine une très légère saveur sucrée. J'y ai fait dissoudre de la cassonnade la plus commune jusqu'à ce qu'il me parût bien sucré. Il m'en a fallu beaucoup plus que pour le vin de l'expérience précédente, parce que l'acidité de ce dernier moût était beaucoup plus forte. Après la dissolution

de ce sucre, la saveur de la liqueur, quoique très sucrée, n'avait rien de flatteur, parce que le doux et l'aigre s'y faisaient sentir assez vivement et séparément, d'une manière désagréable.

» J'ai mis cette espèce de moût dans une cruche qui n'en était pas entièrement pleine, couverte d'une simple linge, et la saison étant déjà très froide, je l'ai placé dans une salle où la chaleur était presque toujours de 12 à 13 degrés par le moyen d'un poêle.

» Quatre jours après la fermentation n'était pas encore bien *sensible;* la liqueur me paraissait tout aussi sucrée et aussi acide ; mais ces deux saveurs commençant à être mieux combinées, il en résultait un tout plus agréable au goût.

» Le 14 novembre, la fermentation était dans toute sa force ; une bougie allumée, introduite dans le vide de la cruche s'y éteignait aussitôt.

» Le 30, la *fermentation sensible* avait entièrement cessé, la bougie ne s'éteignait plus dans l'intérieur de la cruche ; le vin qui en était résulté était néanmoins très trouble et blanchâtre ; sa saveur n'avait presque rien de sucré ; elle était vive, piquante, assez agréable, comme celle d'un vin généreux et chaud, mais un peu gazeux et un peu vert.

» J'ai bouché la cruche et je l'ai mise dans un lieu frais pour que le vin achevât de s'y perfectionner par la *fermentation insensible* pendant tout l'hiver.

» Enfin, le 17 mars 1778, ayant examiné ce vin, je l'ai trouvé totalement éclairci ; son reste de saveur

sucrée avait disparu ainsi que son acide. C'était celle d'un vin de pur raisin assez fort, ne manquant point d'agrément, mais sans aucun parfum ni bouquet, parce que le raisin que nous nommons *verjus* n'a pas du tout de principe odorant ou d'*esprit recteur* : à cela près, ce vin qui est nouveau et qui a encore à gagner par la fermentation que je nomme *insensible*, promet de devenir moelleux et agréable. »

Ainsi, pour nous résumer en quelques mots, à propos du *sucrage des vins*, disons que les expériences si concluantes de Macquer ont précédé les principes posés par Chaptal, mais que ce dernier a formulé, de la manière la plus claire et la plus complète, les règles à suivre pour cette opération. Il n'a rien laissé à faire à ces messieurs de notre époque, sinon le mérite de chercher à appliquer et à faire appliquer par l'industrie vinicole l'ensemble des pratiques que nous venons de transcrire, sans qu'il leur reste aucun droit de s'en approprier aucune chose. Nous tenions à cœur de montrer à nos lecteurs que l'éternel principe, trop exagéré peut-être, qu'il n'y a rien de neuf sous le ciel (*nil sub sole novum*) trouve ici son application absolue, et que les grands mots, les périodes sonores et les phrases ronflantes ne peuvent faire d'un copiste un auteur, ni de l'ouvrier qui exécute avec plus ou moins d'intelligence, l'homme de recherches qui découvre et organise à force de travail et de méditations.

Principes constituants du Vin.

Nous ne pouvons parler de la distillation du vin sans résumer, en quelques lignes, les éclaircissements indispensables sur sa composition moyenne et sur les diverses matières qui y sont renfermées. Ces notions conduisent à un double résultat en faisant connaître d'un côté, quels sont les éléments de cette utile boisson, et la base de toutes les boissons vineuses artificielles, et de l'autre, quelles peuvent être les substances qui restent dans les vinasses dont on a extrait l'alcool par la distillation.

A. — *Le moût de raisin non fermenté* renferme :

1° De l'*eau* naturelle *de végétation;*

2° Du *sucre de raisin;*

3° Du *bitartrate de potasse* (ou *crème de tartre*);

4° Du *tartrate de chaux*, en faible quantité;

5° De l'*acide malique;*

6° Du *ferment* provenant de la partie corticale ;

7° Du *mucilage* et du *tannin*, avec un peu de *sel marin*, dans certains vins ;

8° Un peu d'*acide acétique.*

B. — *Le vin fermenté* contient :

1° De l'*eau;*

2° De l'*alcool* en plus ou moins grande quantité;

3° De l'*acide acétique;*

4° Du *surtartrate de potasse;*

5° Du *tartrate de chaux;*

6° Un peu de *tannin;*

7° Un peu de *sel marin*, dans certains vins ;

8° Une *matière colorante jaune* dans les vins blancs ;

9° Une *matière colorante rouge* dans les vins rouges.

On rencontre quelquefois dans certaines variétés une petite quantité de *sulfate de potasse* et quelques sels de nature diverse, dont nous n'avons pas à entretenir le lecteur, à cause de leur peu d'importance.

Tableau indicateur de la quantité en volume d'alcool contenu dans 100 volumes de différents vins.

NOMS DES VINS EXAMINÉS.	ALCOOL CONTENU D'APRÈS MESSIEURS BRANDE (densité : 825 à 15°5).	PAYEN (alcool pur).
Porto	23,15	20,0
Madère	22,25	20,0
Bagnols	»	17,0
Xérès	19,17	17,0
Lacryma-Christi	19,70	17,0
Grave	13,37	»
Constance	19,75	»
Syracuse	15,28	»
Ténériffe	19,79	»
Chiras	15,52	»
Alba flora	17,26	»
Grenache	»	16,0
Jurançon blanc	»	15,2
— rouge	»	13,7
Lunel	15,52	13,7
Saint-Georges	»	15,0
Malaga	17,26	15,0
Chypre	»	15,0
Léoville	»	9,1
Saint-Estèphe	»	9,7

NOMS DES VINS EXAMINÉS.	BRANDE. (densité : 825 à 15°5).	PAYEN. (alcool pur).
Volnay	»	11,0
Mâcon	13,24	10,0
Champagne mousseux	12,61	10 à 11,6
Frontignan	12,79	11,8
Ermitage blanc	17,43	15,5
Côte-Rôtie	12,32	11,3
Sauterne blanc	14,22	15,0
Beaune blanc	»	12,2
Barsac blanc	13,86	moyenne 13,1
Poudenzac blanc	»	id. 12,9
Claret	15,10	13,0
Saint-Émilion	»	9,18
Château-Latour	»	9,3
Château-Margaux	»	8,7
Château-Laffitte	»	8,7
Cher	»	8,7
Saumur	»	9,9
Tokai	9,88	9,1
Rhin	12,08	11 à 11,9
Châtillon	»	7,5
Verrières	»	6,2
Vins de détail (Paris)	»	8,8
Vins de lie	»	7,6

Rendement alcoolique. — D'après le tableau précédent et la composition essentiellement variable du vin, il est clair qu'on ne peut formuler aucune appréciation, même en général, sur le rendement alcoolique du vin. Ce rendement varie suivant les années, les localités, les espèces cultivées, etc. Le vin contenant de 5 à 20 pour 100 d'alcool, l'espace qui sépare ces deux chiffres est trop considérable pour qu'on ait à émettre des généralités. Ainsi, tel vignoble produira une an-

née du vin contenant 10 pour 100 d'*esprit*, lequel ne donnera l'année d'après qu'une odieuse piquette, renfermant à peine 2 pour 100 d'alcool et même moins, suivant les circonstances. Il y aura quelquefois profit à *brûler* ou distiller le vin, quelquefois le produit ne compensera même pas les frais de combustible.

Méthode de distillation des vins, etc. — Le vin ne doit être distillé qu'après avoir subi toutes les phases d'une bonne fermentation, et nous ne nous arrêterons pas à cette considération, laquelle trouve sa démonstration dans ce que nous avons établi précédemment (première partie). Il n'y a donc ici n'y *saccharification* ni *fermentation* préparatoire à opérer, et l'on distille le vin tel qu'il est, après en avoir toutefois essayé la richesse. La distillation n'offre rien de particulier, et que l'on emploie un appareil à marche continue ou un appareil ordinaire, on suit purement et simplement les règles générales.

Les vins blancs donnent une eau-de-vie de meilleur goût que celle des vins rouges et c'est *en partie* à cette raison qu'il faut attribuer la perfection des produits alcooliques que l'on fabrique dans les Charentes et dans l'ouest. Les soins de propreté, la régularité de la température, le refroidissement des vapeurs alcooliques, la lenteur de la *rectification*, lorsqu'on est obligé de l'employer, sont autant de points sur lesquels le distillateur doit porter toute son attention.

La couleur des eaux-de-vie que l'on renferme dans des tonneaux de chêne provient ordinairement de la matière colorante du bois , laquelle n'altère en rien la

qualité du liquide. Un grand nombre d'industriels colorent les eaux-de-vie avec du *caramel* ou d'autres matières, mais, en général, ces matières colorantes n'impriment aucune mauvaise qualité au liquide.

Quant au *goût de feu* des eaux-de-vie nouvelles, il se dissipe très facilement au fur et à mesure qu'elles vieillissent, quand il s'est fait une neutralisation suffisante de l'acide acétique qu'elles renferment. On peut obtenir artificiellement ce résultat en ajoutant quelques gouttes d'ammoniaque qui produisent la saturation de l'acide, et font acquérir à l'eau-de-vie, en quelques heures, plus de douceur et une suavité qu'elle n'atteindrait que par le temps.

Des marcs de raisin.

Un des usages les plus importants des *marcs* ou résidus de la vendange convenablement pressée, est d'en faire une eau-de-vie de mauvais goût, appelée *eau-de-vie de marc*. Avec quelques soins que l'on presse le marc, il y reste toujours du vin, et, par conséquent de l'alcool ; mais la méthode suivie dans les pays vignobles, pour extraire cet alcool, est fort vicieuse ; en voici les principales pratiques.

Aussitôt après la vendange, au sortir du pressoir, on place les marcs dans des fosses profondes, glaisées quelquefois et qui présentent la forme de puisards. On presse et l'on foule la masse au fur et à mesure, puis lorsque la fosse est presque pleine, on recouvre le tout d'un lit de paille ou de menus sarments et

d'une couche de terre, en attendant que les loisirs de l'hiver permettent de distiller ces résidus.

Lorsque ce moment est arrivé, on emplit aux deux tiers ou aux trois quarts la chaudière d'un alambic ordinaire avec de ce marc émietté, on y verse assez d'eau pour que le fond de la chaudière ne soit pas exposé à brûler, et l'on distille.

Cette méthode est déplorable et nous en signalons les principaux inconvénients :

1° La pellicule de raisin contient une huile essentielle fétide, analogue à celle de l'écorce des grains, laquelle passe à la distillation et infecte le produit.

2° Le marc tombe au fond de la chaudière, s'y attache et donne, par la chaleur très forte qu'il subit, une odeur désagréable d'empyreume ou de feu.

3° Le marc peut former une croûte sur le fond de l'appareil et contribuer à la calcination du cuivre, ou même déterminer une explosion, etc.

Procédé pour la distillation des marcs. — Voici en peu de mots le procédé auquel nous nous arrêterions de préférence pour la distillation des marcs de raisin, afin de satisfaire à une des conditions les plus indispensables de toute distillation, qui prescrit de ne jamais introduire de matières solides ou pâteuses qui puissent être en contact immédiat avec le fond des appareils, et aussi, afin d'éviter l'odeur et la saveur détestables des produits alcooliques du marc.

Le marc doit être conservé bien pressé dans des cuves ou grandes pipes, et quand il remplit la cuve ou la futaille, on y ajoute de l'eau et l'on ferme hermét-

quement. Deux mois après on soutire le liquide en ayant soin d'ajouter ensuite une quantité d'eau suffisante pour laver complétement le marc et lui enlever toutes les parties alcooliques qu'il peut encore contenir. C'est ce petit vin ou cette piquette formée des deux liquides de lavage réunis qu'il convient de distiller, et l'eau-de-vie qu'on en recueille jouit des mêmes propriétés et présente la même odeur et la même saveur agréables que celles de l'eau-de-vie de vin.

On peut encore faire autrement avec autant de bons résultats. Pour cet effet, on conserve les marcs jusqu'à ce que les occupations de l'automne permettent de les traiter, dans des tonneaux bien fermés, et on les garantit du contact de l'air en ajoutant de l'eau jusqu'à la bonde qu'on ferme ensuite. Quand il s'agit de procéder à la distillation, on remplit d'eau à moitié deux cuves à fermentation et l'on délaie dans la première autant de marc que l'on peut. Ce marc est ensuite repris à l'aide d'un râble ou de tout autre instrument, et porté dans l'eau de la seconde cuve où on le laisse séjourner pendant une semaine ; on délaie de nouveau le marc dans la première cuve et on le transporte encore dans la seconde. Le liquide de la première est alors assez chargé de parties alcooliques pour subir la distillation et donner une eau-de-vie agréable ou un alcool *bon goût*. La vinasse de la seconde cuve sert ensuite à épuiser d'autre marc neuf, puis on la distille et ainsi de suite.

Nous avons connu un vigneron qui plaçait son marc dans une grande *manne* d'osier, qu'il plongeait en-

suite, à diverses reprises, dans l'eau de la cuve (il n'en employait qu'une), et quand le marc était bien lavé, égoutté, et même pressé dans les bonnes années, il faisait distiller le liquide et utilisait le reste en engrais.

Il ne faut jamais distiller autre chose que les petits vins provenant du lavage des marcs si l'on tient à employer le produit aux usages de la table, ou à éviter les désavantages dont nous avons parlé. On n'aura pas besoin, de cette façon, de se servir d'appareils particuliers à double fond, de distiller à la vapeur, etc., et l'on pourra tout simplement utiliser l'appareil qu'on aura à sa disposition, avantage qui vaut la peine d'être pris en considération, sans compter la qualité fine et suave des eaux-de-vie que l'on obtient ainsi.

On ne peut rien dire de précis au sujet du *rendement* des marcs, par la raison que ces résidus peuvent contenir plus ou moins de vin, et par suite, plus ou moins d'alcool, qu'ils peuvent avoir été plus ou moins pressés, et avoir en outre perdu, par évaporation ou production d'acide, une partie notable de leur esprit; on évalue, en moyenne, que 100 kilogrammes de marc peuvent fournir à la distillation depuis 1 litre 1/2 jusqu'à 2 litres 1/2 d'eau-de-vie à 52°,5 Gay-Lussac, ou à 20° Cartier. Nous avons vu quelquefois le résultat aller au double de ces chiffres et souvent aussi il n'atteint pas le minimum.

Huile essentielle de la pellicule de raisin. — M. Aubergier a fait, au sujet de cette huile, quelques recherches dont voici les conclusions :

L'huile essentielle propre de la pellicule du raisin est incolore et très limpide au moment de la séparation, mais elle prend à la lumière une légère teinte jaune-citron; elle est très fluide, douée d'une odeur pénétrante et d'une saveur âcre particulière insupportable; elle brûle avec une flamme bleue, distille en partie et se dissout dans l'eau dont 1000 parties sont complétement infectées par 1 partie de cette huile. Enfin, elle dissout le soufre à chaud et se combine aux alcalis pour former des savonules.

Nous avons indiqué quelques moyens de désinfection dans notre *Traité d'alcoolisation de la betterave*, mais, comme nous le disions alors, aucun de ces moyens ne justifie les assertions de son auteur. Nous reviendrons un peu plus loin sur les principes que l'on doit suivre dans la recherche des moyens et procédés à employer pour débarrasser les eaux-de-vie et alcools de leurs odeurs essentielles. Nous croyons nous être assez étendu sur le vin et ses produits alcooliques, et nous terminons ce paragraphe par quelques mots sur un moyen trop négligé d'utiliser les marcs du raisin en fabriquant de l'*huile* avec les pépins.

Nous voudrions qu'après le lavage des marcs, destiné à produire une vinasse alcoolique, on plaçât ces résidus dans une passoire d'osier, à moitié immergée dans de l'eau, et dont le fond permettrait le passage des pépins en arrêtant les râfles et les pellicules. Un ouvrier, armé d'un balai de bouleau très dur, agiterait ces marcs en tout sens, ou même un petit moulinet à ailes pourrait faire cette opération à l'aide d'une

manivelle, et l'on séparerait ainsi les pépins des peaux et des grappes, lesquelles seraient employées comme engrais ou pour la nourriture du gros bétail.

On ferait ensuite sécher les pépins lavés en les étendant en couche mince, puis un coup de van ou de tarare achèverait de les nettoyer lorsqu'ils seraient parfaitement secs. On ne devrait pas oublier de les remuer à la pelle pendant la dessiccation pour éviter la moisissure. Voici maintenant le moyen d'en extraire l'huile, soit à chaud, soit à froid.

Procédé à chaud. — Après avoir réduit les pépins en farine à l'aide de la meule, on met cette farine dans une chaudière sur le feu avec un peu d'eau, et l'on en fait une pâte molle que l'on agite jusqu'à ce qu'elle ait pris une sorte de brillant; puis on la soumet à la presse, et l'huile en découle en même temps que l'eau. On la retire par *décantation.* On peut traiter de nouveau le marc en l'écrasant et en le faisant recuire avec une nouvelle quantité d'eau. On obtient ainsi un dixième au moins du poids d'huile excellente pour la lampe, et elle brûle sans aucune odeur.

Procédé à froid. — La farine de pépins se réduit en pâte avec très peu d'eau, mais on ne la passe pas au feu et on la soumet à la presse. Cette première huile, décantée de l'eau qu'elle surnage, est très bonne pour la table. On traite ensuite le marc à *chaud*, et l'on obtient de l'huile à brûler par une seconde pressée.

Nous ne pouvons qu'engager les propriétaires de vignes à produire cette huile dont les bons usages et le faible prix de revient sont un motif sérieux de l'ap-

précier à sa juste valeur. Ils doteraient ainsi le pays d'une branche nouvelle de commerce, et y trouveraient en même temps un profit considérable.

B. — Du Cidre et du Poiré.

Nous n'avons pas à entretenir longuement le lecteur au sujet des divers liquides alcooliques autres que le vin, dont on pourrait, dans certains cas, entreprendre d'extraire l'alcool. La plupart des boissons qui servent aux usages domestiques ne présenteraient pas une quantité d'alcool naturel suffisante pour que la distillation en fût profitable et économique. Mais il peut se faire que l'on ait à distiller ces liquides pour des raisons d'actualité, et dans certaines contrées, on fabrique de l'eau-de-vie *de cidre* en quantité assez considérable. Mais encore une fois nous ne pensons pas que l'alcoolisateur ait à se préoccuper beaucoup de ces liquides, et nous n'en parlons dans ce travail qu'afin d'être aussi complet qu'il est possible. Voici le tableau de la quantité d'alcool contenue dans 100 volumes de ces diverses liqueurs, d'après MM. Brande et Payen.

Liquides autres que le vin.

CONTENANCE EN ALCOOL SUR 100 VOLUMES.	BRANDE.	PAYEN.
Vin de groseille	20,55	»
— de groseilles à maquereau	11,84	10,7
— de baies de sureau	9,87	»
Cidre, le plus fort	9,87	9,1
— le plus faible	5,21	4,0
Poiré	7,26	6,7
Hydromel	7,32	»

	BRANDE.	PAYEN.
Ale de Burton	8,88	8,2
— d'Édimbourg	6,20	5,7
Porter de Londres	4,20	3,9 à 4,5
Petite bière de Londres	1,28	1,2
Bière de Strasbourg	»	3,5 à 4,5
— de Lille	»	2,9 à 3
— de Paris	»	1 à 2,5

A. *Vin de groseille.* — Le vin de groseille des Anglais (*gooseberry-wine*) est tout simplement un mélange d'eau, de sucre, de baies de groseilles écrasées et d'une certaine quantité d'alcool plus ou moins arbitraire. On sent assez que l'alcool contenu dans ce liquide fermenté n'est pas en quantité fixe, tant s'en faut, et que l'on ne peut apprécier le rendement du *vin de groseille*, même en moyenne.

Ainsi Brande a trouvé dans un échantillon de vin de groseilles à grappes jusqu'à 20,55 pour 100 d'alcool à 825 de densité; un échantillon de vin de groseilles à maquereau a donné au même chimiste 11,84 pour 100, et M. Payen a obtenu 10,7 pour 100 d'alcool pur.

Les groseilles à grappes contiennent environ, à l'époque de leur maturité :

Eau	81,10
Ligneux et graines	8,01
Acide malique	2,41
— citrique	0,81
Chaux	0,29
Matière animale	0,86
Gomme	0,78
Sucre	6,24

En sorte que si l'on réunit la gomme au sucre, on

aura pour résultat 7,02 pour 100 de matière alcoolisable, qui représentera théoriquement 3$^{kil.}$,589 d'alcool pour 100 kilogrammes de ce fruit fermenté.

B. *Vin de baies de sureau.* — Il n'est employé en France que pour colorer certains vins auxquels la baie de sureau communique en outre une certaine verdeur; ce vin, est, du reste, sans usage pour l'alcoolisation.

C. *Cidres.* — On distille, en Normandie et en Bretagne les gros cidres pour en fabriquer de l'eau-de-vie qui ne peut guère convenir qu'à des palais habitués à cette rude boisson, dont la saveur et l'odeur ne sont rien moins qu'agréables. Cette distillation se fait d'ailleurs sans difficulté avec un appareil quelconque, et nous pensons qu'elle doit être conduite assez lentement.

On obtient de 8 à 9 litres d'*alcool pur* par la distillation de 100 litres de cidre très fort, ce qui correspond à 8 litres et demi ou 10 litres de 90°, et une quinzaine de litres d'eau-de-vie à 50°, en tenant compte de la perte produite par la rectification.

De la fabrication du cidre. — Le *cidre* étant une boisson très répandue dans un certain nombre de nos départements, nous donnons quelques détails sur sa fabrication, dans l'espérance que les habitants des pays à fruits comprendront l'avantage immense qu'il y aurait pour eux à fabriquer, avec leurs *pommes* et leurs *poires*, une boisson aussi saine et abondante qu'agréable et économique, surtout en présence de la disette et de la cherté excessive du vin.

Voici à ce sujet un passage remarquable, extrait des œuvres d'un homme que nous nous plaisons à citer, à raison surtout du grand intérêt qu'il porte à l'homme des champs, au paysan, à qui, nous aussi, nous voudrions parvenir à être utile. On l'a déjà nommé sans doute, et personne, aux lignes qui suivent, ne peut méconnaître l'illustre Chaptal.

« Les poires et les pommes sont les fruits les plus précieux pour fabriquer des boissons, parce qu'ils sont les plus abondants : leur mélange produit une liqueur de meilleure qualité pour la santé que lorsqu'on les traite séparément. On peut même y ajouter des prunelles et autres fruits sauvages, parce que leur saveur acerbe communique à la boisson une légère amertume qui la rend plus tonique.

» En général, en suivant le procédé connu de la fabrication du cidre et du poiré, on peut faire une excellente boisson avec les pommes et les poires. Ce procédé consiste à les broyer sous les meules et à faire fermenter le marc avec le sucre; mais dans les campagnes, où l'on est si peu en état de soigner la conservation des liqueurs qui se détériorent facilement, il faut des procédés faciles, d'après lesquels on puisse préparer la boisson à mesure qu'on en a besoin. Je proposerai donc la méthode suivante (1).

---

(1) Nous avons vu faire l'application d'un procédé très analogue à celui indiqué par Chaptal, à la ferme de M. Dailly, membre de la Société d'agriculture de Paris et de la Société d'encouragement. Cet habile agriculteur nous affirmait, dans une visite que nous avons faite à son domaine de Trappes, en compagnie de l'honorable

» On commence à ramasser les pommes et les poires qui tombent des arbres à la fin du mois d'août; on continue jusqu'à ce qu'elles soient parvenues à leur parfaite maturité; on les coupe par tranches et on les fait sécher au soleil; on termine la dessiccation en les mettant au four dès qu'on en a retiré le pain; après cela, on les porte au grenier, où elles se conservent sans altération plusieurs années de suite si elles ont été bien desséchées, quoiqu'elles noircissent quelquefois.

» Lorsqu'on veut fabriquer la boisson, on introduit dans chaque tonneau de la contenance de deux cent cinquante litres, trente kilogrammes de ces fruits mélangés; on remplit le tonneau d'eau, et on laisse cuver pendant quatre ou cinq jours; on soutire alors la liqueur fermentée pour la donner en boisson.

» Cette liqueur est fort agréable au goût, mise en bouteilles, elle fermente encore et fait sauter le bouchon comme le champagne mousseux.

» Cette boisson, quoique saine et agréable, peut devenir encore plus propre à conserver la santé des habitants de la campagne pendant la saison des moissons et de la coupe des foins, en faisant fermenter avec les pommes et les poires un vingtième de sorbes ou cormes séchées de la même manière, et un trentième

---

M. Robinet, qu'il se trouvait parfaitement de la boisson obtenue ainsi par la fermentation des pommes desséchées et que le cidre qu'on en retirait était de meilleure qualité et de plus longue garde. La dessiccation doit, en effet, améliorer les qualités des fruits et augmenter la proportion du sucre qu'ils renferment. *N. B.*

de graines de genièvre ; la liqueur prend alors une légère amertume et un goût de genièvre, qui à sa vertu rafraîchissante réunit celle d'être tonique et antiputride.

» *L'usage de cette boisson est un des plus sûrs moyens qu'on puisse employer pour garantir l'homme des champs des maladies qui l'accablent en automne et que préparent les travaux forcés pendant les grandes chaleurs.* »

On lit encore, dans le *Dictionnaire d'agriculture pratique* de M. le comte *François de Neufchâteau :*

« *Pommes à cidre.* — On peut diviser les pommes à cidre en trois classes :

» 1° Les précoces, qui sont mûres au commencement du mois d'août. Ces fruits sont d'une grande utilité, ils procurent des cidres à ceux dont la récolte précédente a manqué ; souvent on les attend avec impatience. Le cidre en est léger et agréable...

» 2° La seconde classe que l'on cueille à la fin de septembre et au commencement d'octobre...

» 3° La troisième classe est mûre à la fin d'octobre.

» *Manière de cueillir les pommes.* — ... La meilleure façon est de laisser mûrir les pommes à l'arbre, au point que la plus grande partie tombent d'elles-mêmes, après quoi en secouant les branches des arbres, le reste tombe sans effort. Par ce moyen, l'arbre n'est point battu avec des gaules, le bourgeon qui doit produire l'année suivante n'est point détruit, les arbres rapportent plus souvent et davantage. On laisse ces pommes sous les arbres ; elles y mûrissent, et lorsque le tout est tombé, soit naturellement, soit par les se-

cousses qu'on a données aux branches, on pose les pommes dans des bâtiments pour les *piler* lorsqu'elles sont à leur vrai point de maturité, ce qui est essentiel pour avoir de bons cidres.

» Il ne faut jamais transporter les pommes dans les bâtiments, lorsqu'elles sont mouillées par la pluie et la rosée, cela les fait noircir, pourrir, et ôte la qualité des cidres. Pour les pommes qui ont mûri sur les arbres, si elles sont à leur point juste, on peut en porter tout de suite sous la roue du pressoir. Il faut avoir soin de ne pas mêler dans les bâtiments les pommes avancées avec les tardives ; les unes seraient trop mûres et même pourries, que les autres seraient encore vertes ; il n'en résulterait qu'un jus imparfait. On a donc soin de ne porter dans chaque grenier que les pommes qui sont de la même classe, et qui doivent être pilées dans le même temps ; quant à celles qui se trouvent dans les terres labourables, et qui sont exposées aux bestiaux, on envoie tous les matins, pendant les mois de septembre et d'octobre, ramasser ce qui est tombé pendant la nuit. On les pile de bonne heure pour en faire de petits cidres, car la plupart sont véreuses ; quand le fruit de ces arbres est suffisamment mûr, on en fait la cueillette générale, en secouant et gaulant les branches pour faire tomber le fruit. C'est alors qu'il y a bien du bois de brisé et que l'arbre souffre, mais il est impossible de parer à cet inconvénient. Les pommes ainsi cueillies, on les porte dans les bâtiments qui leur sont destinés ; on peut même les mettre sur l'herbe, dans un lieu fermé, pro-

che du pressoir ; elles y mûrissent bien, l'air ne les endommagera pas, ni les pluies ; il n'y aurait à craindre qu'une gelée trop forte : une pomme gelée ne donne jamais de bon cidre. On s'en garantira si on les couvre de feuilles, car la pomme se conserve bien sous cet abri. On ne doit piler les pommes que quand elles sont bien mûres ; on le connaît à leur couleur jaune, à la bonne odeur qu'elles répandent quand quelques-unes commencent à pourrir. C'est là ce qui indique le vrai degré de maturité...

» Les pommes ainsi mises en tas, ne tardent pas à se flétrir, et même il s'en pourrit une certaine quantité ; si cet état se prolongeait, la fermentation ne tarderait pas à s'y établir, et il en résulterait l'évaporation et la perte des parties volatiles qu'elle développe, et qui contribuent le plus à donner au cidre de la liqueur et de la qualité.

» Arrivées au juste milieu qui paraît le plus convenable entre les deux extrêmes, les pommes sont apportées dans une sorte d'auge circulaire, dans laquelle on fait tourner une roue ou meule de pierre qui est mise en mouvement par un cheval, et qui les écrase parfaitement.

» Après cette opération, on les jette avec une pelle sur le plateau du pressoir, où un homme les arrange par lits de 2 à 3 pouces d'épaisseur, en les séparant, en France, avec du *glui* (paille de seigle), et, en Angleterre, avec une étoffe de crin. Sur le dernier lit on place de même une couche de glui, et, par-dessus, des madriers qui s'assemblent carrément, de manière à

former une sorte de plateau. Dans cet état, on fait descendre la vis du pressoir, dont l'action fait couler la meilleure partie du jus. Cette pression se répète encore une fois et même deux fois, mais il est nécessaire de soumettre de nouveau les pommes à l'action de la meule, en y ajoutant chaque fois une quantité d'eau proportionnée à la quantité de fruits.

» Le cidre de *première serre* est plein de qualités, capiteux et de bonne garde ; c'est celui qu'on livre au commerce ; les deux autres pressions ne produisent qu'une boisson douce, mais peu propre à se conserver longtemps. Les propriétaires qui travaillent pour eux-mêmes sont dans l'usage de mêler les produits des trois opérations, et il résulte de ce mélange un liqueur agréable au goût, capable de se garder douze à quinze mois, et dont l'usage journalier est tout à fait sans inconvénient.

» A la sortie du pressoir, le cidre passe à travers un filtre de crin, et est reçu dans des barriques ; la fermentation s'y établit promptement, et le liquide s'éclaircit en formant une lie épaisse.

» S'il doit être consommé dans la maison, on s'épargne le soin de le transvaser ; mais s'il est destiné à être expédié, on le soutire lorsque la fermentation a cessé.

» Si l'on veut augmenter la qualité du cidre, on peut, après l'avoir clarifié, le tirer en bouteilles ; celles de grès sont préférables à celles de verre.

» Dans l'île de Guernesey, les pommes se travaillent de la manière accoutumée, mais lorsque le cidre

est mis dans les tonneaux, on ne lui laisse pas le temps de fermenter, et aussitôt que la liqueur commence à bouillir, on la soutire dans un autre tonneau. La lie qui reste au fond est passée à la chausse. La liqueur qui en provient est mise à part. On soutire encore deux fois le cidre, toujours au moment où la fermentation s'annonce, et l'on traite la lie de la même manière. Après le troisième soutirage, on verse dans le tonneau, à raison d'un litre et demi par cent, la liqueur provenant de la lie, et qui est ordinairement limpide et très spiritueuse, et l'on enfonce la bonde tout à fait.

» Le cidre obtenu par ce procédé est, dit-on, d'une grande limpidité, d'un bon goût et se garde plusieurs années. »

Nous n'avons pas à parler du poiré qui présente la plus grande analogie avec le cidre.

M. Payen a donné l'analyse suivante des poires à trois états divers de maturité. Nous la donnons à nos lecteurs à titre de renseignement.

	POIRES		
	VERTES.	MURES.	BLETTES.
Eau	86,28	83,88	62,73
Glucose	6,45	11,52	8,77
Cellulose et concrétions	3,80	2,20	1,90
Matière gommeuse	3,17	2,05	2,60
Acide malique	0,11	0,08	0,60
Chlorophylle	0,08	0,02	0,04
Albumine	0,08	0,21	0,23
Chaux	0,03	0,04	0,05
	100,00	100,00	76,92

Nous avons trouvé nous-même dans les pommes et les poires vertes de 3,50 à 4 pour 100 d'amidon avant la maturité ; on y rencontre également quelques autres matières en quantité très minime, et dont nous n'occuperons pas le lecteur (1).

(1) Une commission de la Société libre d'agriculture du département de l'Eure vient de faire, sur la fabrication du cidre en Normandie, un ensemble de recherches intéressantes, qui font le plus grand honneur à cette commission et à M. Chesnon son rapporteur.

On trouve dans ce travail l'analyse générale suivante des pommes à cidre et des poires à poiré.

	POMMES			POIRES		
	VERTES.	MURES.	BLETTES ou pourries	VERETS.	MURES.	BLTTTES ou pourries
Eau................	85,50	83,20	63,55	86,28	83,38	62,73
Matière sucrée........	4,90	11,00	7,95	6,45	11,52	8,77
Tissu végétal.........	5,00	3,00	2,06	3,80	2,19	1,85
Gomme.............	4,01	2,11	2,00	3,17	2,07	2,62
Albumine...........	0,10	0,50	0,06	0,08	0,21	0,23
Acides malique, pectique, tannique, gallique, chaux, acétates alcalins, huiles grasses et volatiles, chlorophylle, matières azotées et non solubles.	0,49	0,50	0,60	0,22	0,13	0,65
	100, 00	100, 00	76, 10	100, 00	100, 00	76, 85

On lit à la suite de cette analyse :

« La perte de 23,90 pour cent sur les pommes blettes ou pourries, et celle de 23,15 pour cent sur les poires blettes, provient de l'évaporation de l'eau et de la décomposition d'une partie des matières

D. — Hydromel.

Boisson chérie des anciens peuples du Nord, avant qu'ils eussent appris à connaître le vin, l'hydromel a été chanté et célébré par tous les poëtes de la Scandinavie. Il n'est rien autre chose en résumé que le produit de la fermentation alcoolique, subie par le miel étendu d'eau.

Il n'est guère possible d'assigner exactement la quantité d'alcool qui se trouve dans ce liquide, puisqu'elle doit nécessairement varier selon le miel employé, quant à sa qualité et à son poids. Aussi Brande indique-t-il 7,32 pour le chiffre d'alcool en centièmes, contenu dans ce produit, tandis que M. Payen le porte

---

organisées, et notamment de la matière sucrée, qui se transforme en alcool et en acide carbonique. »

Nous sommes heureux de nous rencontrer dans une similitude d'idées aussi frappante avec des hommes aussi compétents au sujet de la *fermentation alcoolique naturelle* des fruits, laquelle a lieu dans le passage de la maturité ou *blessissage* et dont nous avons parlé dans notre première partie. M. Chesnon établit ainsi la valeur alcoolique des cidres :

	DENSITÉ DU MOUT ou CIDRE DOUX.	ALCOOL.	
		Quantité.	Densité ou poids.
	Aréom. Beaumé.		
1re classe, ou pommes tendres.	4 à 5 degrés.	1/15e	14 à 15 degrés
2e — — secondes	7 —	1/10e	16 à 17 —
3e — — dures . .	9 à 12 —	1/8e	19 à 20 —

On peut s'en rapporter sans hésitation à ces données d'un travail utile et consciencieux, fait dans un but éminemment pratique. *N. B.*

à 11. Nous verrons à l'article *miel* de quelle manière on doit se diriger dans la fermentation de ce sucre végéto-animal.

L'hydromel commun se fait de la manière suivante :

On fait bouillir 6 kilogrammes de miel ordinaire dans 10 litres d'eau, sur un feu assez doux, jusqu'à évaporation du tiers, et l'on a soin d'enlever exactement les écumes à mesure qu'elles se forment. On verse ensuite le liquide dans un tonneau et l'on recommence jusqu'à ce qu'il soit plein. Après deux ou trois jours de repos, on peut commencer à le boire, mais ce liquide n'est en réalité, dans ce cas, que de l'eau miellée, et il ne subit qu'une fermentation incomplète.

Quand on veut préparer l'hydromel *vineux*, on emploie 1500 grammes de miel pur et beau pour 10 litres d'eau environ et l'on soumet la liqueur à la fermentation dans un lieu chauffé à 20° centigrades. On a soin de remplacer par du moût conservé pour cela, la portion qui s'évapore par la bonde ou l'ouverture du tonneau. La fermentation est finie en six semaines. On laisse alors la fermentation insensible se faire pendant tout l'hiver, et au printemps on met la liqueur en bouteilles.

Nous ne saurions assez engager les habitants des campagnes à préparer cette boisson qui est saine, généreuse et économique, dans tous les pays où l'on s'adonne à l'éducation des abeilles. Un peu de tartre ajouté à la liqueur avant la fermentation ne fait qu'en développer les excellentes qualités.

E. — De la Bière.

La *bière*, connue de tout le monde et dont la fabrication remonte aux temps les plus reculés, est une boisson fermentée qui résulte de la saccharification des fécules et de leur fermentation, après qu'on a ajouté à la liqueur un principe amer conservateur, qui est le plus souvent le *houblon*, appelé la vigne du Nord.

L'orge est la matière première la plus ordinaire de la bière, mais toutes les céréales, et l'on pourrait presque ajouter toutes les graines féculentes, sont aptes à servir de base à l'industrie du brasseur, quand elles ne développent pas d'odeur ni de saveur désagréable pendant la germination.

Ainsi qu'on le pressent déjà, l'orge ne peut procurer un moût *fermentescible* qu'autant que sa fécule est susceptible de se changer en glucose, et c'est le but qu'on cherche à atteindre par la germination. Nous avons déjà dit comment cette opération a lieu, et nous savons qu'elle détermine la production de la diastase, agent transformateur par excellence (1).

---

(1) Il est extrêmement curieux à propos de la *diastase*, de voir comment on oublie les vrais inventeurs pour draper de leurs découvertes ceux qui savent en tirer parti, dans un sens ou dans l'autre. La *diastase* rappelle à tout le monde le nom de M. Payen ; cela ne prouve rien, sinon qu'on se trompe, et M. Payen n'est pour rien dans cette découverte importante, liée à l'un des plus beaux faits de la chimie organique et de la chimie vivante. Il n'était nullement question de M. Payen, ni au Conservatoire ni ailleurs, lorsque Kirchhoff (chimiste russe) et Proust constatèrent les propriétés saccharifian-

Lorsqu'elle a été *mouillée*, qu'elle a *germé*, on la soumet à la *dessiccation* dans un grenier à l'air libre d'abord, puis on achève cette opération dans des étuves, séchoirs ou *tourailles*, où l'on fait arriver de l'air chaud progressivement. Il serait bon de ne jamais dépasser la température de 75° dans ces tourailles, bien que certains observateurs pensent que l'on peut conduire la chaleur à 100°, quand une fois le grain est sec, l'*hordéine* ou *diastase* n'étant attaquable qu'en présence de l'eau à cette température. Nous aimerions mieux ne pas trop nous rapporter à cette allégation; car nous avons constaté qu'il reste de la fécule non décomposée dans les résidus de certaines brasseries, en assez grande quantité pour que l'on puisse en extraire de l'alcool économiquement. Et cependant la diastase contenue dans un seul grain suffit pour saccharifier, et au delà, toute la fécule qui s'y trouve, ce qui prouve une perte considérable dans la quantité de cet agent.

Après la dessiccation, on fait passer le grain dans un tarare, dont l'action le débarrasse des petites racines ou radicelles, puis on le fait concasser sous la meule, et l'on obtient ainsi le *malt* des brasseries.

---

tes du gluten et de l'*hordéine*. M. Payen et quelques autres savants ont aidé à modifier le nom d'*hordéine* et à commettre une horrible faute de langue en le changeant en celui de *diastase*. Voilà la part de gloire de chacun : les uns, inventeurs sérieux, ont donné un nom acceptable à un principe éminemment utile *qu'ils ont découvert ;* les autres ont imposé un nom grec à cette découverte d'autrui. *N. B.*

Il s'agit alors de saccharifier la fécule de l'orge par le brassage ; ce que l'on fait en faisant arriver de l'eau à 60° sur l'orge placée dans une cuve particulière, et en brassant à certains intervalles pendant environ quatre heures. On répète la même opération une seconde fois après avoir fait passer le premier moût dans la chaudière à houblon. Ces deux opérations se nomment *trempes*. On épuise le malt par une troisième trempe, dont le produit sert à faire de la bière faible.

Le résidu du malt se nomme *drèche*.

On donne au moût 9° de densité pour les bières fortes, et 3° ou 4° pour les petites bières, à l'aide de sucre, de glucose ou de mélasse, si cette densité n'a été obtenue dans les trempes et aujourd'hui la plupart des bières, dites de Paris, sont faites presque entièrement avec du glucose. Aussi sont-elles, en général, détestables, à raison du plâtre et de l'acide sulfurique qui réagissent sur le liquide.

Lorsque le moût est préparé, on le fait passer dans la chaudière à houblon, où on le fait bouillir avec une certaine quantité de ce principe ; on le fait ensuite reposer, on le décante et on le refroidit, puis on le verse dans la cuve à fermentation ou *guilloire*, en y ajoutant de 3 à 5 kilog. de levûre par 10 hectolitres. La fermentation exige 20° environ de température, et pendant qu'elle s'opère, on fait couler la levûre, qui se produit, dans un réservoir. Au bout de 36 ou 48 heures, on soutire la bière dans des futailles plus ou moins grandes où la fermentation s'achève. On emploie quelquefois depuis 1 kilog. jusqu'à 2 kilog. de

houblon par hectolitre, selon la durée que l'on désire donner à la liqueur.

D'après une analyse de MM. Poinsot et Payen, la bonne bière de Strasbourg contiendrait par litre :

Eau...............	0,955 centimètres cubes
Alcool............	0,045 » »
Matières solides....	48 gr. 44
Azote.............	0 gr. 81
Substances minérales	3,93

Nous avons trouvé nous-même l'an dernier que 100 kilogrammes de drèche peuvent encore donner de 4 à 5 litres d'alcool à 84°.

Voici les résultats des analyses de Brande et de M. Payen sur la quantité d'alcool contenu dans diverses bières.

	Quantité d'alcool pour 0/0 d'après :	
ESPÈCES.	BRANDE.	M. PAYEN.
Ale de Burton	8,88	8,2
» d'Édimbourg............	6,20	5,7
Porter de Londres.........	4,20	3,9 à 4,5
Petite bière id.	1,28	1,2
Bière de Strasbourg........	—	3,5 à 4,5
» de Lille.............	—	2,9 à 3
» de Paris.............	—	1 à 2,5

§ III. — Des jus sucrés.

Les jus sucrés doivent leur propriété de fermenter à la présence du glucose et du sucre cristallisable, qui y dominent et n'ont pas besoin par conséquent de

la saccharification. Nous allons indiquer au lecteur le mode général de traitement de ces jus, avant d'entrer dans les particularités relatives à chacun d'eux selon la nature des plantes qui les ont fournis.

A. — Méthode générale d'alcoolisation des jus sucrés.

1° Lavage et nettoyage des matières premières.

2° *Pulpation*, ou réduction en *pulpe*, par *la râpe*, les *cylindres* ou la *meule*.

3° *Pression* de la pulpe pour en obtenir autant de jus que possible. Un pressoir ordinaire suffit pour cette opération. Le jus obtenu est porté aussitôt dans une cuve à fermentation n° 1, et on l'étend d'eau en agitant, jusqu'à ce qu'il ne marque plus que 8° à 10° au pèse-sirop, s'il dépasse cette densité.

4° Addition au moût de la cuve n° 1 de un et demi pour 100 d'acide sulfurique, *calculé sur le poids de la matière sucrée*, et de 2 à 3 pour 100 de levûre de bière : on met environ un litre de levûre pour trois hectolitres de jus, et l'on couvre la cuve.

5° Lavage de la pulpe pressée, à l''aide de l'eau froide, moitié moins que de jus n° 1 ; on presse de nouveau et on place le liquide obtenu dans des tonneaux ou une cuve n° 2. Ce jus ne devra être mis en fermentation que lorsqu'il marquera une densité de 6° à 8° au pèse-sirop, après avoir servi à deux ou trois lavages.

6° Transport de la pulpe dans l'*appareil filtrateur*, ou dans une cuve conique à macération. Cette cuve porte un double fond percé de trous : on verse sur la

pulpe la vinasse qui provient d'une distillation précédente, et on laisse macérer pendant six heures. Cette vinasse doit être *froide* ou tout au plus tiède : après la macération, on ouvre le robinet et l'on reçoit le liquide, débarrassé de ses *sels*, dans un tonneau, pour le réunir à l'eau de lavage n° 2.

7° Traitement de la pulpe que l'on dispose par couches avec de la paille hachée et du foin alternativement ; on saupoudre les couches de pulpe de quelques poignées de *sel marin*, et on la donne au bétail au fur et à mesure du besoin.

8° Distillation du liquide fermenté. — Rectification, *s'il y a lieu*, du produit précédent.

Il convient de pouvoir distiller au fur et à mesure de la fermentation ; si cela était impossible pour quelque raison, on devrait mettre le liquide fermenté dans des tonneaux *légèrement soufrés* par la combustion d'une *mèche;* on les fermerait ensuite à l'aide de la *bonde*, et on les placerait dans un cellier à température constante, inférieure à 15°, pour distiller ensuite à son loisir.

B. — Betteraves.

Tout en renvoyant à notre *Traité pratique d'alcoolisation* de cette plante pour les détails, et en engageant nos lecteurs à suivre la méthode précédente, nous devons encore faire à son sujet quelques observations importantes.

On a déplacé la betterave en la rendant industrielle ; elle est agricole avant tout, et bientôt mille exigences

viendront la replacer dans son véritable milieu. On considère que la distillation ne produit en alcool que celui qui correspond aux deux tiers du sucre renfermé dans une plante; nous croyons ce chiffre exagéré, et nous avons été amené à conclure que le rendement réel ne doit différer que des 5/33 quand on opère dans de bonnes conditions, avec de bons appareils.

Analyse de la betterave. La betterave contient sur 100 parties

Eau...... quantité variable.		
Sucre cristallisable, de 7 à 11		
Glucose..........	4	
Fécule...........	2	
Sel de potasse et autres, Matières albuminoïdes,		quantité variable.

Cette analyse présente des chiffres moyens sur lesquels nous croyons devoir faire quelques observations : la fécule donnant 110 parties pour 100 de glucose, après sa conversion par l'orge germée ou par un acide faible, le chiffre de glucose correspondant à ce chiffre 2 pour 100 est réellement 2,20 pour 100. Mais il se peut faire que le mode de culture et d'engrais, que la variété de betterave cultivée, que les différences de sols donnent un résultat moyen un peu inférieur à celui de cette analyse, qui n'a d'autre valeur pour la distillation que celle indiquée par le tableau suivant :

Valeur de la betterave en sucre fermentescible.

Sucre de canne... 7	0/0	ensemble : 13,20 0/0.
Glucose......... 4		
Fécule, 2 0/0, soit 2,20		

Mais ce chiffre de 13,20 pour 100 nous paraît un peu

élevé d'après un certain nombre d'observations et d'analyses que nous avons cru devoir faire à cet égard : nous le réduirons donc, et nous prendrons pour base moyenne le chiffre 10, indiquant la quantité de glucose de toute provenance contenue dans 100 parties de betteraves en poids.

M. Payen a donné l'analyse suivante de la betterave à sucre dans son *Traité de chimie industrielle :*

Eau	83,5
Sucre	10,5
Cellulose et pectose	0,8
Albumine, caséine et mat. azot.	1,5
Sels divers, etc.	3,7
	100

Bien que ces chiffres concordent avec notre moyenne, la pratique n'extrait guère que 12 litres au plus d'alcool à 50°, de 100 kilogrammes des meilleures betteraves. Le minimum est d'environ 8 à 9 litres à 50°.

Voici, à ce sujet, les produits moyens de la pratique sur lesquels on fera bien de se baser, afin d'éviter toute cause d'erreur volontaire.

1000 kilogrammes de betteraves donnent en moyenne 47$^{\text{lit.}}$,25 d'alcool à 84° centésimaux, ce qui produit pour 50,000 kilogrammes, ou pour la récolte d'un hectare, un total de 23$^{\text{hectol.}}$,62, pendant que la théorie indiquerait pour un hectare 35$^{\text{hectol.}}$,95, c'est-à-dire une différence en plus de 12 hectolitres un tiers.

Tableau comparatif des produits alcooliques d'un hectare de betteraves et du prix de revient.

PRATIQUE.	THÉORIE.
Produit en poids. 40,000 kil.	50,000 kil. à 60,000 kil.
Prix de revient à 16 fr. 21 0/00 (DE DOMBASLE) .... 648 f.	à 8,50 0/00 — 425 f. à 510 f.

Différence pour la théorie, 7,71 par 1,000 kil.

Alcool produit à raison de $47^{lit.},25$ par 1,000 kilogrammes $18^{hect.},90$.	Alcool produit à raison de $71^{lit.},90$ par 1.000 kil.	hect. 35,95 à hect. 43,54

PRIX DE REVIENT.

Matières premières.....648 f.	425 f.	à	510 f.
Alcoolisation à 7,60 0/00 304	380	à	356
TOTAL ....952 (pour $18^{hect.},90$).	805 f. (pour $35^{hect.},95$.)	à	966 f. (pour 43 h.)
Prix de revient du litre environ 0,50	Environ......... 0,22 cent.		

De ce tableau, il résulte qu'en définitive la théorie annonce que l'on peut produire l'alcool à 50 p. 0/0 meilleur marché que la pratique ne peut l'obtenir aujourd'hui.

Essai des betteraves. — En couper quelques rouelles, les peser exactement, puis les faire sécher à l'étuve. Après dessiccation, on pèse de nouveau et l'on retranche de ce dernier poids le tiers. La différence marque la quantité approximative de sucre ; mais elle n'indique pas celle de la fécule, qui est d'environ 2 pour 100.

Il vaut mieux, dans la pratique, faire l'essai par le saccharimètre ou par voie de fermentation, en distillant le produit à l'aide de notre petit appareil.

On évite la fermentation glaireuse en mélangeant au moût de 35 à 40 grammes d'acide sulfurique par 100 kilogrammes de betteraves; cet acide doit être étendu de dix fois son poids d'eau.

Nous étudierons brièvement à la fin de cet article les principales méthodes proposées ou mises en œuvre pour la distillation de la betterave, en faisant ressortir leurs avantages et leurs inconvénients; mais auparavant, disons quelques mots de la valeur des résidus comme matière alimentaire du bétail.

Valeur nutritive de la pulpe de betterave. — Nous ne croyons pas à l'avenir de l'alcoolisation purement industrielle, et, bien que certaines circonstances d'actualité semblent nous donner un écrasant démenti, nous n'en persistons pas moins à penser et à dire que l'alcoolisation est et doit être avant tout une opération agricole. Les matières premières de toute fermentation alcoolique sont des productions de la ferme, utilisables dans de bonnes conditions par l'agriculteur seul, et les résidus des distilleries ne peuvent servir à personne qu'à l'homme des champs, soit qu'il en compose des engrais, soit qu'il en fasse la base alimentaire de son élève de bétail. Nous ne craignons pas à ce sujet de contradictions sérieuses, et toutes celles qu'on pourrait nous adresser seraient dictées par la cupidité jalouse, à laquelle nous n'avons rien à répondre.

On a beaucoup parlé de la valeur nutritive des pulpes de distilleries... Nous-même nous avons préconisé ce mode d'alimentation, et nous sommes loin de revenir sur une conséquence vraie de nos principes. Mais

pourtant, qu'on nous permette de le dire avec notre franchise habituelle, nous n'aimons pas que l'on outre la vérité. *Les pulpes qui ont été acidulées sont une mauvaise nourriture pour le bétail.*

Voici nos raisons :

1° L'acide sulfurique, même en petite quantité, agit comme *astringent* sur la muqueuse de l'estomac des animaux, et après leur avoir servi de *rafraîchissant*, il devient un *irritant* dangereux, quand on en prolonge l'usage.

2° Outre l'acide sulfurique libre, les pulpes acidulées contiennent du *sulfate de potasse*, du *sulfate de chaux*, etc., dont l'usage prolongé est nuisible.

3° Les animaux se dégoûtent aisément des pulpes acidulées par l'acide sulfurique.

Nous pourrions nous étendre davantage à cet égard ; nous ne le ferons pas, certain que nous sommes d'être compris. Notre appareil filtrateur n'a pas de plus grand avantage que celui de permettre au cultivateur, au fabricant, de recueillir des pulpes saines, outre celui de ne mettre en fermentation que des moûts clairs et dégagés de débris de cellules. On ne doit pas aciduler les pulpes, mais seulement les moûts, si cette opération est indispensable, soit pour éviter la dégénérescence lactique ou pour toute autre cause ; et, d'après ce que nous avons dit dans notre *première partie* sur l'*action diastatique*, un alcoolisateur soigneux préférera toujours l'emploi de l'orge germée à celui de l'acide sulfurique, à moins qu'il ne s'agisse de traiter des matières qui ne seraient transformables que par

cet acide. Mais dans ce cas, les pulpes n'ont ordinairement aucune valeur.

La betterave dont on a enlevé le sucre conserve une très grande puissance nutritive, que M. Richard (du Cantal) évalue au tiers de celle du foin.

Un chimiste de Cambrai, M. Feneulle, a donné dernièrement l'analyse suivante de la pulpe de betterave.

1° La pulpe fraîche contient :

Cellulose .... }	
Principes gélatineux (pectine, pectose, etc. . }	26,6784
Un peu de sucre .... }	
Principes plastiques	3,4107
Cendres et terre	2,0807
Eau	67,8230
	100,0000

2° La même pulpe, séchée à 130, présente sur cent parties :

Cellulose, etc.	82,9117
Matériaux plastiques	10,6000
Cendres et terre	6,4888
	100,0005

Système Champonnois. — Nous ne reprochons au système de M. Champonnois qu'une seule chose... il donne des produits extrêmement infects. La macération par les vinasses bouillantes en est la cause ; il y a alors formation de *savonule de potasse*, et l'huile essentielle fétide s'élève, quand même, à la distillation.

Toutes les dénégations n'y peuvent rien, un fait affirmatif l'emporte sur mille négations.

Au point de vue de l'agriculture, M. Champonnois a donné une utile et noble initiation, nous avons été un des premiers à le reconnaître; mais nous croyons que la louange ne doit pas exclure le blâme, et qu'on ne fait jamais un éloge sérieux si l'on n'est impartial. Nous excluons formellement toute macération à chaud de toute distillation, et nous ne comprenons pas que des hommes éminents aient pu donner dans des travers tels, qu'ils se soient posés en panégyristes avant tout. Dites le bien, messieurs, c'est justice pour l'inventeur; mais dites le mal, c'est justice pour le public, que vous n'avez pas le droit de tromper, ni de laisser tromper, volontairement ou non.

Voici maintenant un extrait du remarquable rapport de M. Clerget sur les frais et recettes de cette méthode.

« Frais de fabrication par jour pour un traitement de 4,000 kilog. de betteraves, et en supposant l'alcool purifié et concentré à 94° :

Un distillateur suffisamment expérimenté............	6 f.	»
Un chef d'ouvriers..................................	3	»
Deux ouvriers ordinaires à 2 fr. 50.................	5	»
Un aide de quinze à dix-huit ans....................	1	50
Un cheval au manége.................................	6	»
Intérêt et amortissement d'un fonds de 10,000 fr. pour le matériel et en calculant sur 200 jours de travail..	5	»
Amortissement, en deux années, d'une prime de 3000 fr. demandée par l'inventeur..............................	7	»
A reporter....................	33	50

Report.............	33	50
Loyer du local et réparation........................	2	»
Charbon, 1 hectolitre 1/3 à 4 fr.	5	30
Prix de 4000 kilog. de betteraves à 20 fr. le 1000...	80	»
Frais de rectification................................	10	»
Total.........	130	80
A déduire pour 3000 k. de pulpe macérée, à 20 fr. le 1000	60	»
Reste.........	70	80

» Or 4000 kilog. de betteraves au titre saccharin de 4,4 pour 100 ont donné 1$^{hectol.}$,59 alcool à 50°, soit environ 75 litres alcool rectifié à 94°. Ce sont donc ces 75 litres qui coûtent 70 fr. 80 c.; mais, si l'on suppose l'emploi de betteraves au titre de 10 pour 100 de sucre, on devra doubler au moins le produit, et l'on aura environ 1$^{hectol.}$,50 alcool rectifié pour ce même prix, ce qui porterait l'hectolitre à 46 fr. 60 c., alors qu'on paraît admettre généralement que le prix de revient de l'alcool par le procédé des presses est de 90 fr. au moins par hectolitre. »

Quels que soient les avantages de ces chiffres, nous n'en maintenons pas moins notre dire : la méthode de macération produit des alcools plus infects que toute autre.

Système Kessler.—M. Kessler fait cuire les pulpes... Il fait macérer par les vinasses bouillantes.

1° En admettant que la cuisson des résidus soit d'une haute utilité pour le bétail, M. Kessler fait de cette cuisson une opération à part qui augmente inutilement les frais; nous préférerions, dans ce cas, la

macération à l'aide des vinasses chaudes, d'après la méthode de M. Champonnois.

2° M. Kessler a en outre le même inconvénient que M. Champonnois, en ce sens qu'il lui est impossible de ne pas obtenir des produits de *mauvais goût*. L'observation que nous avons à faire au sujet de la formation d'un *savonule de potasse* qui se décomposerait ensuite dans la fermentation pèse tout entière sur le procédé de M. Kessler comme sur celui de M. Champonnois.

Méthode Dubrunfaut. — Nous ne pouvons rien dire d'un système composé des débris de tous les autres et ne donnant pas de meilleurs résultats. On en est déjà bien revenu, et l'engouement a fait place à la réflexion.

Nous ne nous étendrons pas davantage au sujet de la betterave, qui donne en moyenne un rendement de :

9 litres de 50°
ou 4 litres 50 *absolu* (4 lit. 72 de 84° pratique).
par 100 kilogrammes.

C. — Carotte.

Cette plante précieuse est, avec le topinambour, celle à laquelle nous donnerions la préférence pour l'alcoolisation. *Elle fournit un alcool fin; l'eau-de-vie rectifiée qu'on en tire est aussi bonne que celle de vin et la quantité en est très considérable.*

Si l'on ajoute à ces avantages que la culture en est très facile, surtout celle de la carotte champêtre, dite

carotte à vaches, que l'on peut faire entrer dans tout bon assolement et même cultiver en récolte dérobée, on comprendra aisément notre prédilection. La culture de la carotte est plus économique que celle de la betterave; elle peut se semer en lignes, ne demande que d'être éclaircie et de recevoir un sarclage et un binage. Dans certaines contrées, on peut la semer avec le lin et faire ainsi double récolte; mais ce mode épuise la terre à la longue.

Un hectare de bonne terre peut rapporter depuis 40,000 jusqu'à 50,000 kilogrammes de carottes fourragères, et sous ce rapport elles égalent la betterave, même suivant les appréciations de l'illustre Mathieu de Dombasle, qui évalue à 25,000 kilogrammes le produit égal des betteraves et des carottes; il ajoute que dans des sols d'une haute fertilité, *on obtient fréquemment des produits doubles et même triples de cette quantité.*

Le chiffre moyen admis aujourd'hui par expérience est d'environ 50,000 kilogrammes par hectare.

Analyse de la carotte sur 100 p.

Eau..................	79,20
Sucre cristallisable	7,43 à 9,
Glucose..............	1,5 à 2,3
Pectosine............	2,47
Fécule...............	2,6
Pectose, etc., sels divers..	6,8
	100,00

Cette analyse moyenne a été répétée par nous sur

une dizaine d'échantillons provenant de différentes terres et elle coïncide avec les expériences déjà faites par d'autres, desquelles il résulte que 100 kilogrammes de carottes desséchées ont fourni 14kilog.,500 de cassonade, la betterave en donnant 19kilog.,500 dans les mêmes circonstances. On peut voir par là qu'il y aurait avantage à cultiver la carotte pour l'extraction du sucre et de l'alcool, et nous-même avons extrait de cette racine un sucre parfaitement blanc et pur, dont les mélasses sont bien préférables à celles de la betterave.

Ajoutons à cela que l'on peut également en tirer une grande quantité de matière colorante, quand on traite les variétés rouges.

Rendement en alcool. — Si nous suivons la méthode indiquée en tête de ce paragraphe, nous éviterons, par l'acidulation, la fermentation glaireuse à laquelle la carotte est très sujette.

Raisonnant ensuite sur les chiffres nous aurons :

Sucre	7,43	14,00
Glucose..........	1,5	
Fécule...........	2,6	
Pectosine	2,47	

Établissant alors une proportion sur cette donnée que 100 de sucre donnent 51,12 d'alcool, il nous viendra :

$$100 : 51,12 :: 14 : x = 7,1568.$$

Et la *théorie* nous indiquera comme rendement de 100 kilogrammes de carottes 7,16 d'alcool pur en

poids. Ce rendement n'est pas justifié par la pratique, qui ne donne que 4$^{lit.}$,5 à 5 litres de 90 degrés pour 100 kilogrammes, ou de 8 à 10 litres de 50 degrés.

Ce résultat est à peu près le même que celui que l'on obtient de la betterave, quand on a évité la fermentation visqueuse ; on a, de plus, l'avantage immense de produire une eau-de-vie potable.

Il convient, lorsqu'on veut distiller la carotte, de ne pas trop se presser d'arrêter la fermentation, car elle est assez longue, et il est bon d'ajouter au moût la dissolution aqueuse de 8 ou 10 grammes de tartre par hectolitre. Lorsque la fermentation se ralentit, on ajoute un peu de moût réservé ; on peut ajouter la préparation dont nous avons parlé, pour l'activer ; et quand elle est finie, on soutire le liquide, et on le met travailler dans des tonneaux, pendant quatre ou cinq jours, avant de distiller.

Au lieu de soumettre immédiatement à la presse la pulpe râpée, il est bon de lui faire subir la cuisson préalable avec 2 ou 3 pour 100 de *malt*. On a ainsi l'avantage de saccharifier la fécule et la pectosine, et de coaguler certaines matières albumineuses qui déterminent la fermentation visqueuse. On presse ensuite dans des sacs ou sur des couches interposées de paille, et l'on se conduit avec le jus comme nous avons dit.

D. — Navets, Rutabagas.

Le *navet* doux contient pour 100 parties en poids de

matière sèche, 9 parties de cassonade ou de sucre cristallisable.

100 kilogrammes de cette racine peuvent donner de 2 litres et demi à 4 litres de 90 degrés, ou, en moyenne, 5 à 6 litres de 50 degrés.

Le moût de navet tourne aisément à la putridité, en passant par la fermentation lactique; son odeur devient fétide aussitôt qu'il éprouve le contact de l'air.

Le seul moyen d'y remédier, c'est de le traiter par la cuisson, etc., comme nous avons conseillé de le faire pour les carottes.

E. — Raves.

Les *raves* douces présentent, sous tous les rapports, la plus grande ressemblance avec les navets; on doit les traiter de même; le rendement est à peu près identique.

F. — Tiges de canne à sucre.

La *canne à sucre*, originaire de l'Inde, et implantée depuis dans le nouveau monde, a trouvé un adversaire redoutable dans la betterave, pour la production du sucre cristallisable. Pendant longtemps on n'avait pas même cherché à remplacer ce produit exotique par le sucre extrait d'une plante indigène, et l'Europe doit ce bienfait aux guerres de l'empereur Napoléon Ier, qui conduisirent également à des recherches fructueuses, abandonnées depuis, sur la production de l'*indigo* de pastel.

On fabrique, avec la canne à sucre : 1° le sucre

cristallisable, dit de canne, que l'on importe ordinairement brut en Europe, sous le nom de *cassonade* ou de *moscouade*, pour le livrer à la raffinerie ; 2° les marcs ou résidus de canne pressée servent à la fabrication du *rhum*.

La canne donne environ 80 à 90 pour 100 de jus, dont la densité est de 12 degrés en moyenne; mais par les procédés suivis dans les colonies, on laisse dans les *marcs* une notable partie de jus sucré.

Analyse de la canne a sucre.

On a donné de la canne l'analyse suivante sur 100 parties en poids :

Eau	71,04
Sucre	18,00
Cellulose et ligneux	9,56
Albumine, mat. azotées	0,55
Cérosie, etc.	0,37
Sels	0,28
Silice	0,20
	100,00

M. Péligot a trouvé, en moyenne :

Eau	72,10
Sucre	18,00
Tissu	9,90
	100,00

L'analyse de M. Dupuy ne diffère que très peu des précédentes :

Eau	72,00
Sucre	17,00
Cellulose, etc.	9,80
Sels	0,40
	100,00

Nous ne parlons dans ce traité, de la canne à sucre qu'afin d'être complet, son application ne pouvant avoir lieu en Europe. Son rendement théorique en alcool serait de 9,20 en poids pour 100 parties. Le rendement pratique ne peut guère atteindre que 7,80.

Comme les résidus ou marcs de la canne servent à la fabrication du rhum véritable, nous croyons devoir dire quelques mots de la manière de le préparer.

Les marcs de canne renferment le plus souvent depuis 1/4 jusqu'à 1/3 du sucre de la canne ; en d'autres termes, les marcs de 100 kilogrammes de canne retiennent environ 4, 5 à 6 kilogrammes de sucre. Ce résultat est dû aux procédés imparfaits d'extraction suivis dans les colonies. Si l'on étend ces résidus d'eau jusqu'à 8° de densité, on pourra faire subir la fermentation au liquide, et l'on obtiendra de 6 à 10 litres de rhum à 50°. Le rhum *naturel* doit sa saveur particulière aux principes de la canne dont les marcs ont fermenté, et les falsificateurs l'imitent en Europe en faisant des infusions de cuir tanné, de pruneaux, de mélasse, etc.

G. — Tiges de Maïs.

Une magnifique industrie à créer dans le midi de

la France, et même dans le centre, serait celle du *rhum indigène.*

Le *maïs* ou *blé de Turquie*, dont on a empêché la fructification en cassant les fleurs mâles et les fleurs femelles au moment où elles apparaissent, renferme dans ses tiges une proportion considérable de sucre de canne, variant de 8 à 10 pour 100 en poids, et qu'il serait facile d'extraire avec avantage. Ces tiges écrasées, additionnées d'eau jusqu'à la densité suffisante (8 à 10 degrés), fermentent parfaitement sans levûre, et l'on ne fait la filtration du moût qu'après la fermentation. La distillation donne un rhum en tout semblable à celui qu'on tire de la canne, et dans la même proportion que l'alcool obtenu de la betterave, ou peut-être un peu supérieure.

Nous ne pouvons trop engager les cultivateurs et les fabricants sérieux à tenter des efforts dans cette voie, dans laquelle nous avons obtenu des résultats irréfutables. La France peut se passer du monde entier; elle peut tout faire chez elle, entre ses limites naturelles. C'est à l'incurie et à la paresse qu'il faut attribuer les emprunts onéreux que nous faisons à l'étranger.

H. — Tiges de Sorgho sucré.

Nous empruntons à M. Vilmorin une note sur cette plante, introduite dans la culture depuis trop peu de temps pour que la pratique ait pu en dire son dernier mot, mais qui semble réservée au plus brillant avenir.

« Une tige pesant 450 grammes m'a donné, à un

premier essai fait le 13 octobre, 150 grammes d'un jus clair, limpide et sans saveur autre que celle d'eau sucrée. Le jus provenant de la tige entière m'a donné 10,8 pour 100 de son poids.

» Un autre essai au saccharimètre, fait le 28 novembre, a donné des chiffres variant de 14,6 à 13,8 pour 100 de sucre ; j'ai, de plus, reconnu que la proportion de sucre va en décroissant dans les entre-nœuds successifs, à mesure que l'on s'élève, ceux du bas et du milieu de la tige étant les plus sucrés.

» Je n'avais en culture que quelques mètres superficiels de notre *sorgho*, dans une terre de jardin peu riche et dans le voisinage d'arbres qui ont dû nuire à son développement. Dans l'état où elle était, la plante offrait, par mètre carré, environ vingt tiges de la force de celle pesée pour en extraire le jus ; ce serait donc, si l'on adoptait le rendement donné par celle-ci, 3 kilogrammes de jus par mètre carré, et 30,000 par hectare. En évaluant le rendement du jus à 10 pour 100, ce serait 3,000 kilogrammes de sucre à l'hectare, bien plus, comme on voit, que la moyenne du produit de la betterave.

» Ainsi, d'après ces derniers chiffres, il y a quelque probabilité que l'on pourra tirer parti de la plante qui nous occupe ; mais il faudra sans doute encore quelques années d'étude avant que l'on puisse savoir si son introduction doit être regardée comme un événement industriel. En tous cas, ce serait plutôt comme propre à fournir abondamment de l'alcool dépourvu de saveur désagréable que comme rivale de la bette-

rave dans la production du sucre, qu'elle nous paraîtrait avoir de l'avenir.

» La plante a la plus grande analogie avec le maïs et se cultive de même, c'est-à-dire en la semant en lignes à 30 centimètres de distance, ou à la volée, en pleine terre, du 15 avril à la fin de mai. »

Il résulte de cette communication :

1° Une récolte de 90,000 kilogrammes à l'hectare ;

2° Un rendement en jus de 30,000 kilogrammes ;

3° Un rendement en sucre de 3240 à 4380 kilogrammes par hectare.

Le produit théorique en alcool *pur* serait de 1500 à 2000 kilogrammes environ pour le rendement de 1 hectare.

En présence de tels éléments, et surtout de la qualité nutritive des résidus, on doit s'empresser d'essayer la culture en grand du *sorgho sucré*, dont le rendement *pratique* en alcool serait, d'après ces chiffres, de 1272 à 1697 kilogrammes, soit de 1585 à 2115 litres d'alcool absolu environ. Nous ne pouvons qu'exposer au lecteur les conséquences possibles de la culture du sorgho, sans en prendre la responsabilité en aucune façon, bien que nous ayons fait sur cette plante un essai satisfaisant.

I. — Tiges de Millet.

Les jeunes tiges de millet et de la plupart des céréales contiennent assez de sucre et de glucose pour que le jus exprimé et le produit du lavage des résidus donnent un rendement alcoolique de 3 à 5 litres

par 100 kilogrammes. Le mode de traitement est celui précédemment décrit.

J. — Racines du Chiendent.

La racine du chiendent contient environ 5 pour 100 d'une sorte de sucre, que les uns ont considéré comme du glucose fermentescible, les autres comme de la manne non fermentescible. Le chiendent donne de 3 à 4 litres d'eau-de-vie à 50 degrés par 100 kilogrammes, et sa propriété de fermenter est due à la présence du tartrate de potasse qui favorise la fermentation. Nous ne partageons pas complétement l'opinion de ceux qui regardent le sucre de chiendent comme du glucose, par la raison que nous y avons rencontré des cristaux bien définis de sucre de canne, et nous croyons que le chiendent renferme du sucre cristallisable, du glucose, de la mannite et de la fécule. En traitant convenablement cette plante à l'état frais par le procédé décrit au commencement de ce paragraphe, et en portant le moût acidulé au 1/2 centième à l'ébullition pendant une heure ou deux, neutralisant et mettant en levûre après, on peut extraire l'alcool de tous ces principes, et obtenir de 4 à 6 litres de 50 degrés.

Cette racine ne nous paraît pas devoir faire jamais une concurrence redoutable aux autres matières premières, bien que l'on doive utiliser les quantités énormes que l'on peut en recueillir dans certaines terres qui en sont parfois infestées.

---

§ IV. — Des jus de fruits à noyaux.

Méthode générale d'alcoolisation. — On peut admettre ici que l'on est en face de deux circonstances dont l'influence est assez importante : ou l'on agit sur des fruits non desséchés, ou ils ont subi la dessiccation préalable. Dans le premier cas, voici ce qu'il convient de faire :

1° Cueillir les fruits lorsqu'ils sont parvenus à leur maturité.

2° Les écraser ou les fouler comme on fait de la vendange.

3° Ajouter de l'eau tiède dans la cuve jusqu'à ce que le moût porte 8 degrés au pèse-sirop.

4° Couvrir la cuve et maintenir la température à 20 degrés jusqu'à la fin de la fermentation qui n'exige pas de levûre.

5° Lorsque la fermentation est finie, soutirer le liquide par la canelle de la cuve, et le faire travailler dans des tonneaux pendant une quinzaine de jours.

6° Presser et laver les marcs, et joindre au premier produit le liquide de première pressée. Conserver la liqueur de lavage pour une autre cuvée, si l'on en a une autre à faire.

7° Distiller à l'ordinaire, et rectifier s'il y a lieu.

De cette manière, on ne fait pas entrer de matières pâteuses dans l'alambic ; on a des produits aussi abondants et de meilleur goût, exempts d'empyreume et de goût de feu.

Dans le second cas, on fait macérer les fruits dans quatre fois leur poids d'eau chauffée à 50 ou 60 degrés ; deux jours après, on les foule, puis on ramène le moût à la densité de 8 degrés, et l'on se conduit comme il vient d'être indiqué pour les fruits frais.

A. — Prunes.

Les prunes de toute espèce, cueillies à leur parfaite maturité et traitées par la méthode qui précède, nous ont fourni sur le pied de 9 à 11 litres de *kirsch* à 50 degrés par 100 kilogrammes en moyenne.

Il y a des années où ces fruits sont tellement abondants que leur valeur est presque nulle, et qu'on les distribue aux porcs pour une partie de leur nourriture. On comprend le profit que l'on pourrait en tirer au lieu de les perdre ainsi, puisque le *kirsch* (1) qu'on en obtient est aussi parfumé, aussi agréable au goût que celui des cerises.

Nous nous rappelons avoir vu, dans quelques villages de l'Argonne, pratiquer cette industrie d'une manière très avantageuse. Les propriétaires de vergers faisaient ramasser tous les matins les prunes tombées, et de plus secouer légèrement les arbres, afin d'obtenir la chute de tous les fruits mûrs. On les mettait dans des tonneaux défoncés par un bout, où on les pilait fortement, et on laissait fermenter. On

---

(1) On a donné le nom de *Kirsch* (*Kirschen-wasser*) à l'eau-de-vie de cerises et de merises, mais il s'applique également à celle de prunes.

distillait ensuite le moût et les marcs ensemble, ce qui était la mauvaise partie de leur procédé. Cependant nous avons goûté de ce *kirsch* bien *déphlegmé* par des rectifications, et âgé de six ou sept ans, et il nous a paru très agréable. Il ne présentait aucune différence avec le meilleur kirsch de la *Forêt noire.*

Dans ces pays et dans les Vosges, on traite les cerises et les merises de la même manière. Ce procédé est bon en ce qui concerne l'action de ramasser les fruits, et de les faire fermenter au fur et à mesure de leur maturité ; mais il ne vaut rien en ce sens que l'on doit s'imposer pour règle de ne distiller que des vinasses.

100 kilogrammes de pruneaux ou prunes sèches fournissent de 15 à 18 litres de kirsch à 50 degrés, en moyenne, selon la quantité de sucre de fruits contenue dans la variété employée.

B. — Cerises.

100 kilogrammes de cerises fraîches et bien mûres donnent à la distillation près de 9 litres de kirsch à 50 degrés, et les cerises sèches en fournissent environ 12 litres.

Il est à remarquer que l'amertume et le parfum du kirsch sont dus aux noyaux , et qu'on fera bien d'en mélanger au moût à fermenter, 1 kilogramme par hectolitre, en prenant soin de les concasser.

C. — Merises.

Fournissent 7 à 8 litres de kirsch à 50 degrés par 100 kilogrammes.

La prodigieuse quantité de merises que l'on pourrait récolter dans nos forêts, si l'on s'attachait à multiplier cette essence, conduit involontairement à de tristes réflexions sur l'incurie de l'administration forestière. Pourquoi, en effet, ne pas faire replanter les clairières et autres places vides avec du plant de merisier, qui donne rapidement du fruit, dont on pourrait affermer la récolte, et qui fournit un bois très recherché pour tous les ouvrages confectionnés au tour, et pour l'ébénisterie? On pourrait facilement remplacer, par le merisier ou d'autres essences utiles, les essences gourmandes qui peuplent les forêts, et se ménager ainsi de précieuses sources de richesse nationale.

Les résidus de la distillation des fruits sont utilisables pour la nourriture du bétail, et notamment des porcs ; mais il convient de les débarrasser des noyaux par un lavage quand on veut les donner aux vaches ou aux moutons, qui en sont friands. Dans ce cas, les eaux aigrelettes de lavage peuvent servir de boisson, ou pour la préparation des soupes de foin ou de tourteaux.

On peut extraire de l'acide citrique, de l'acide tartrique et de la potasse, des vinasses qui ont servi à cette fabrication.

D. — Figues.

Nous réunissons les figues à ce paragraphe, bien qu'elles n'appartiennent pas aux fruits à noyaux ; mais le mode à suivre pour les alcooliser est le même,

au moins quand on les emploie à l'état frais. Le rendement des figues vertes est à peu près identique avec celui des prunes, et 100 kilogrammes de figues sèches fournissent de 8 à 9 kilogrammes d'alcool à 94 degrés, soit de 9$^{\text{lit.}}$,50 à 10^{lit},90.

Quand on traite les figues sèches, dont le prix (basse qualité) est d'environ 35 à 40 francs les 100 kilogrammes, on ne peut espérer de se couvrir de ses frais, mais cet alcool deviendrait d'un bon usage pour la préparation de quelques liqueurs. Dans certaines années, les figues fraîches présentent assez d'avantages dans le midi, pour qu'on n'ait pas à craindre d'en conseiller l'alcoolisation.

---

§ V. — Des Baies.

Les *baies* se traitent exactement comme les fruits sucrés frais ; nous n'avons, par conséquent, rien de plus à ajouter au sujet de la méthode qu'on doit suivre pour les alcooliser.

A. — Groseilles.

On distingue les groseilles à grappes et les groseilles à maquereau des fruits du cassier ou groseillier noir. Ces derniers servent à faire une infusion alcoolique sucrée bien connue sous le nom de *cassis*.

Les groseilles à grappes et celles à maquereau peuvent s'alcooliser quand elles sont bien mûres ; elles donnent une eau-de-vie très agréable, qui peut être employée aux usages de la table, et peut-être ne

serait-ce pas une mauvaise spéculation que de planter un grand nombre de ces arbrisseaux pour extraire l'alcool et l'acide citrique de leurs fruits. L'espèce dite à maquereau serait préférable à celle à grappes, à raison de sa grande rusticité et de la facilité avec laquelle elle donne des fruits abondants dans des terres médiocres. Le seul soin à prendre consisterait à donner un labour au printemps et un à l'automne, en ayant soin de détruire les gourmands qui poussent en abondance au pied de ces arbustes ; on devrait, en outre, leur étendre la tête en éventail afin d'aérer les branches, d'obtenir plus de fruits, et de hâter la maturité. Il n'est pas rare qu'un groseillier puisse fournir de 4 à 5 kilogrammes de fruits : si donc on plantait les pieds à 1 mètre de distance, en lignes espacées de 1^{m},50, on aurait par hectare 6600 pieds environ, lesquels, sur le pied de 4 à 5 kilogrammes lors du plein rapport, produiraient de 26,400 à 33,000 kilogrammes de fruits, si l'on choisissait les grosses espèces.

Voyons maintenant leur valeur en alcoolisation, d'après l'expérience concluante de M. Thilloy, de Dijon.

Cet habile expérimentateur, après avoir écrasé et fait fermenter les fruits du groseillier à maquereau, en retira, par la distillation, 10 kilogrammes d'alcool à 928 de densité, soit à 54 degrés G. L. pour 100 kilogrammes, c'est-à-dire $10^{lit.}$,77.

Il obtint, en outre, 1 kilogramme d'acide citrique.

En prenant le minimum de production d'un hec-

tare, et en admettant que chaque pied ne donnerait, en moyenne, que 3k,500, on aurait :

1° Récolte en fruits, par hectare, 23,100 kilogrammes.

2° Rendement, en eau-de-vie à 50 ou 54 degrés, à raison de 10 litres par 100 kilogrammes, soit 23hectol.,10.

3° Rendement en acide citrique (1), 231 kilogrammes.

Produit brut.

1° En évaluant l'eau-de-vie à 50 ou 54 degrés à 80 francs seulement l'hectolitre, le produit brut serait de. . . . . . , ... 1848 fr.

2° L'acide citrique valant aujourd'hui 8 à 10 francs, nous ne le porterons qu'à 6 francs, et nous aurons . . . . . . 1386 fr.

Ensemble. . . . 3234 fr.

En sorte que des terres très médiocres pourraient donner un bénéfice brut de 3,234 francs, dont on n'aurait à défalquer que des frais minimes relativement. Mais il y aurait tout avantage à transformer l'alcool obtenu en eau-de-vie de table, dont le prix est trois fois plus élevé.

Ceci n'est évidemment qu'un aperçu, dont nous ouvrons l'idée à nos lecteurs.

B. — Fruits du Sureau.

Il ne peut en être fait aucun bon usage, sinon

(1) Voir notre *Chimie de la ferme* pour l'extraction de cet acide végétal. *N. B.*

comme matière colorante. Les fruits fermentent cependant, et donnent de 4 à 6 pour 100 d'alcool.

C. — Framboises, Mures.

Ces fruits donnent, par 100 kilogrammes, depuis 10 jusqu'à 15 litres de véritable kirsch à 50 degrés, et il paraîtrait avéré que, dans certains pays, on préfère la liqueur obtenue de la distillation des mûres fermentées à celle qui provient des merises. On ferait bien de mélanger ces baies, si l'on voulait tenter un essai.

On ne peut rien imaginer de plus parfait que l'alcool obtenu de la distillation des fraises ; mais ces divers produits sont plutôt du ressort du liquoriste que de l'alcoolisateur, aussi, nous n'en avons parlé, en quelque façon, que pour mémoire.

---

§ VI. — Fruits de terre sucrés.

Un seul de ces fruits, le potiron et ses variétés, présenterait un intérêt sérieux au distillateur. La méthode à suivre pour les alcooliser est absolument la même que celle par laquelle on traite les racines juteuses, et notamment la betterave, sans qu'il y ait aucun changement à apporter.

A. — Melon.

Le melon peut produire environ 12 à 13 litres de 50 degrés par 100 kilogrammes ; mais il y aura toujours intérêt pour le maraîcher à le vendre pour la

consommation, à cause de sa rareté, de son prix élevé, et des soins et dépenses exigés par sa culture.

B. — Potiron, Citrouille, etc.

Le potiron et ses congénères contiennent du sucre de canne, du glucose, de la fécule, du ferment, etc. Nous en avons obtenu 5 à 6 litres de 50 degrés par 100 kilogrammes; l'eau-de-vie était de bon goût, et nous croyons qu'il serait avantageux à l'alcoolisation de propager la culture de cette plante rustique.

Un hectare de bonne terre peut produire plus de 140,000 kilogrammes de potiron, et à ce compte, l'hectare pourrait fournir jusqu'à 70 hectolitres d'eau-de-vie à 50 degrés. Encore ne calculons-nous ces fruits qu'au poids de 10 kilogrammes en moyenne, et il est extrêmement fréquent de leur voir atteindre celui de 25 à 30 kilogrammes.

La *citrouille*, moins sucrée, ne produit que 3 ou 4 litres, et n'offre pas tant d'intérêt. Elle est d'ailleurs plus difficile sur le choix du terrain, la culture et les engrais.

On peut déjà voir que ce ne sont pas les matières premières qui manquent à l'alcoolisation, mais plutôt celle-ci qui fait défaut aux matières premières, lesquelles toutes sont du domaine agricole, ainsi que nous tenons à honneur de le répéter, heureux que nous serions de parvenir à graver cette vérité dans les esprits.

Notre appréciation sur le potiron est loin d'être exagérée, car si nous supposons les pieds plantés à

2 mètres de distance en tout sens, nous en aurons 2,500 à l'hectare. Cette distance est nécessaire, en raison de l'extrême développement des tiges de cette plante. On arrêterait les têtes à cinq ou six fruits, ce qui est au-dessous de la moyenne, mais on les obtiendrait plus gros, plus nourris et moins privés d'aération. On aurait ainsi 13,750 fruits par hectare environ, ce qui produirait 137,500 kilogrammes, ou à peu près ce que nous avons dit, en ne calculant que sur un poids moyen de 10 kilogrammes.

On ne peut élever les frais au delà de ce qui est indiqué au tableau suivant :

Tableau du prix de revient de l'alcool de potiron.

Frais.

Loyer de la terre	60 fr.
Frais généraux, etc.	60
Deux labours et deux hersages	36
Fumier, 25 voitures à 5 fr.	125
Semence	3
Deux sarclages	40
Taille et nettoyage	100
Récolte, etc.	50
Frais de fabrication à raison de 7 fr. 60 0/00	1045
Total	1519

Produit :

1° 70 hectolitres de 50° à 75 ou 80 fr., soit 75, ci	5250
2° Valeur des pulpes à 10 fr. 0/00, 30,000 kil. ci	300
3° Valeur des tiges et des feuilles comme engrais, ci	100
Total	5650
Frais	1519
Balance	4131

D'où l'on peut conclure que l'hectare de terre donnerait un bénéfice d'environ 4,000 fr. sur ces données. D'un autre côté, en défalquant la valeur des pulpes et des tiges, on trouve que les 7,000 litres d'alcool coûtent 1,119 fr., ce qui met le prix de revient de 50 degrés de potiron à 16 centimes environ le litre, soit 35 centimes environ pour le prix de revient de l'alcool pur.

On avait donc grand tort de penser et de dire que nous étions dans l'erreur quand nous proclamions en principe que l'agriculture pourrait, dans un temps donné, obtenir de l'alcool commercial au prix de 25 fr. par hectolitre, comme prix de revient, puisque le potiron, seul, atteindrait ce résultat.

---

§ VII. — Du sucre de canne et des mélasses.

A. — Sucre de canne.

D'après ce que nous avons exposé sur les principes généraux de l'alcoolisation et sur le dédoublement du sucre, on sait que 100 kilogrammes de sucre doivent produire théoriquement 51 kilogrammes 12 centigrammes d'alcool pur. Ce chiffre n'est cependant pas atteint en pratique, et il convient de le réduire des 5/33, selon la règle que nous avons indiquée.

100 kilogrammes de sucre donneraient donc à la distillation :

51 kil. 12 — 5/33 = 43 kil. 375.

Ce chiffre de 43 kilogrammes 375 grammes, pris à 15° de température, produirait 54 litres 08 d'al-

cool. Mais on ne parvient généralement qu'aux deux tiers de la production alcoolique du sucre employé; d'où il suit que le sucre fermenté ne donnerait que 34 ou 35 kilogrammes d'alcool absolu par 100 kilogrammes, ou 43 litres environ.

Or, les 100 kilogrammes de sucre coûtent de 90 à 100 francs, et en ajoutant à ce prix d'achat les frais de fabrication, on voit qu'il n'est pas possible de se livrer à ce genre de production.

Nous admettons cependant une exception.

Il est très possible de fabriquer avec le sucre des eaux-de-vie fines de table, égales au moins en valeur aux meilleurs *cognacs*, pourvu que l'on fasse réagir sur le moût en fermentation les divers principes chimiques qui se trouvent dans le moût de vendange. Comme les eaux-de-vie atteignent des prix beaucoup plus élevés que les esprits, il y aurait encore un bénéfice considérable à préparer de ces eaux-de-vie.

En effet, les 43 litres d'alcool pur correspondent à 47 litres environ de 90°, lesquels peuvent donner 84lit., 60 d'eau-de-vie à 50°, et au prix moyen actuel de 250 fr., seraient d'une valeur de 211 francs 50 centimes.

En défalquant les 100 fr. d'achat, et 20 fr. de fabrication, il resterait encore un bénéfice de 91 fr. 50 cent., soit environ 1 fr. 08 c. par litre d'eau-de-vie bien préparée. Mais on doit convenir que cette préparation est très délicate, et qu'elle exige les plus grands soins.

Quand on veut faire fermenter le sucre, il faut l'é-

tendre, le faire fondre dans la quantité d'eau nécessaire pour l'amener à 10° de densité, y ajouter par 100 kilogrammes un litre de dissolution saturée de tartrate de chaux et mettre en levûre à la température réglée de 25° en additionnant le mélange de 2 millièmes d'acide sulfurique, afin d'éviter la fermentation vicieuse qui pourrait se produire, et de réduire le sucre en glucose. Cette fermentation dure huit jours.

On distille ensuite à feu doux, et au bain-marie; on peut couper le produit à 50° afin d'éviter une opération subséquente de mouillage. Il ne s'agit plus que de vieillir cette eau-de-vie, de l'adoucir et de la colorer par l'une ou l'autre des préparations usitées dans les Charentes.

B. — Mélasses.

Bien que M. Dubrunfaut soit loin d'avoir eu le premier l'idée de distiller les mélasses, et que plusieurs eussent déjà fait fortune avec cette fabrication, avant que ses méthodes fussent préconisées, ce n'est pas moins à lui que revient en réalité le mérite d'avoir généralisé l'alcoolisation des mélasses et l'extraction de la potasse, etc., de leurs résidus. Il y a ici un véritable service rendu à l'industrie, et nous nous plaisons à le reconnaître.

Partisan bien déclaré de la maxime antique : *à chacun son droit*, nous sommes aussi heureux de trouver un mérite réel à autrui, que disposé à rappeler à la vérité tout ce qui nous paraît s'en écarter.

M. Payen a donné de la mélasse une analyse assez

complète ; suivant ce chimiste, 12 kilogrammes de ce produit renferment :

Sucre........................	7,561
Acétate de potasse...	209,30
Chlorure de potassium..........	114,60
Sulfate de potasse.............	085,59
Mucilages....................	076,30
Phosphate de chaux............	052
Substances azotées............	050
Silice........................	023,90
Acétate de chaux..............	016,20
Phosphate de cuivre...........	000,20
Eau..........................	1,800
Glucose, sucre incristallisable....	1,561

En ajoutant au chiffre du sucre 7,561, celui du glucose 1,561 (9,122), on trouve que 12 kilogrammes de mélasse contiennent 9kil.,122 de matière fermentescible, soit 76 pour 100 environ.

La théorie basée sur la proportion :

$$100 : 51,12 :: 76 : x = 38, k. 85$$

indiquerait 38kil.,85 ; mais, en moyenne, la pratique ne donne guère plus de 25 litres d'alcool absolu par 100 kilogrammes.

Les mélasses sont ordinairement très alcalines quand elles proviennent des sucreries indigènes, et beaucoup moins quand elles proviennent des sucreries des colonies ; c'est sur ce point capital qu'il faut se

baser pour l'acidulation du moût. Cette acidulation doit neutraliser complétement les sels alcalins contenus dans la mélasse, et amener la liqueur à colorer le papier bleu de tournesol en rouge violacé. On ne peut indiquer la quantité d'acide à employer d'une manière même approximative, les mélasses étant plus ou moins alcalines selon leur provenance; cependant, en moyenne, cette quantité varie entre 500 grammes et 1 kilogramme par 100 kilogrammes de mélasse.

La mélasse étant de 40 degrés de densité à l'aréomètre de Baumé, on l'étend d'eau chauffée à 60 degrés, et l'on ajoute de l'eau froide jusqu'à ce que la température de la masse soit de 20 à 25 degrés centigrades, et que la densité ne soit plus que de 10 ou 11 degrés au pèse-sirop. On procède alors à l'acidulation en y délayant l'acide sulfurique étendu de quatre fois son volume d'eau, jusqu'à ce que la neutralisation soit obtenue avec un léger excès d'acide. Il va sans dire que cette opération n'est pas de la même importance quand on traite des mélasses non alcalines, et que, dans ce cas, on ne doit aciduler que fort peu, assez seulement pour procurer la légère réaction nécessaire pour s'opposer à la dégénérescence lactique.

On met alors le liquide en fermentation à l'aide de 1 kilogramme à 1 kilogramme 1/2 de levûre par 100 kilogrammes de mélasse employée; on délaie la levûre dans une certaine quantité de moût, puis on la mélange à la masse, et l'on couvre la cuve. La fermentation est finie quand le dégagement d'acide carbonique a cessé, et que le liquide est tombé à 3 degrés

de densité, ce qui arrive vers la fin du cinquième jour quand on a maintenu la température constamment à 20 ou 25 degrés. On risquerait de voir déborder le liquide sous l'empire du dégagement tumultueux et trop violent d'acide carbonique, si l'on ne forçait la mousse à s'abaisser en projetant par aspersion quelques litres de dissolution de savon. Un peu d'huile produit un effet analogue.

Il convient de ménager dans le local de la fermentation des ouvertures destinées à renouveler l'air sans refroidir la température, et à balayer au dehors l'acide carbonique de la fermentation qui incommoderait bientôt les ouvriers.

La distillation se fait à l'ordinaire, et l'on concentre les vinasses par évaporation pour en retirer le *salin* ou les sels de potasse qui y sont renfermés. Nous verrons plus loin quelle doit être, dans les distilleries agricoles, l'emploi spécial des vinasses.

---

§ VIII. — Miel.

On peut avec avantage se livrer à la distillation du miel de basse qualité dans les contrées où l'apiculture forme un des éléments importants de l'industrie agricole. Le miel est formé d'un sucre cristallisable particulier, d'un sucre incristallisable et d'un principe aromatique. La véritable difficulté de cette distillation consiste en ce que le miel donne souvent à la fermentation les produits de la dégénérescence visqueuse. Voici le procédé que nous suivons pour éviter cet inconvénient.

On fait dissoudre le miel dans une partie de l'eau dont on doit l'étendre pour l'amener à la densité convenable, et on le porte à l'ébullition pendant cinq ou six minutes, après avoir ajouté 1 litre de lait de chaux par 100 kilogrammes; on écume les impuretés qui montent à la surface, puis on laisse reposer cette sorte de sirop, et on le décante. On l'étend alors d'eau dans la proportion exigée pour le porter à 8 ou 10 degrés de densité, et l'on a soin d'y bien mélanger un demi pour 100 d'acide sulfurique étendu de cinq ou six fois son poids d'eau. Cet acide se calcule sur le poids du miel employé, et il répond à un double but, le premier, celui d'aider à la fermentation régulière, et l'autre de se combiner avec les portions de chaux qui pourraient être restées dans la matière. On met ensuite en levûre à la température de 20 degrés centigrades, et l'on conduit à son terme la fermentation qui exige sept ou huit jours.

100 kilogrammes de miel fournissent à la distillation de 38 à 40 litres d'alcool qui retient en partie l'odeur propre de la matière première, mais dont on peut le débarrasser par une rectification douce et bien ménagée. Lorsque la fermentation a été prolongée comme celle du vin, cette odeur n'existe plus à la distillation.

Nous ne pensons pas que le miel puisse être utilisé par la distillation industrielle, à raison de l'élévation de son prix commercial qui résulterait immédiatement de son emploi en alcoolisation ; mais il peut fournir un notable avantage aux éleveurs d'abeilles qui voudraient le distiller.

Nous n'ajouterons rien à ce que nous venons de dire sur les substances alcoolisables du premier groupe, toutes celles que nous aurions pu passer sous silence trouvant parfaitement leur place dans les méthodes et les observations que nous avons décrites, et nous abordons l'étude du deuxième groupe, ou des parties alcoolisables qui exigent la saccharification.

---

§ IX. — Fécule.

La fécule est, en général, le principe alcoolisable des plantes et substances du deuxième groupe, lesquelles exigent la saccharification préparatoire. On rencontre cependant très souvent la gomme, le mucilage, la pectosine, et même un peu de sucre, à côté de cette matière amylacée ; mais c'est surtout la fécule qui produit l'alcool dans ce cas, après sa transformation en glucose.

Il est digne de remarque que la plupart des corps hydrocarbonés, dont les périodes de transformation par l'eau n'ont pas eu lieu pendant la vie, parcourent aisément ces diverses phases au contact de tout agent susceptible de déterminer l'hydratation. Bien donc que l'on s'adresse le plus souvent aux acides pour cet objet, on peut admettre en principe que tout réactif qui peut hydrater les corps dont nous parlons peut les transformer en glucose. Quoi qu'il en soit, la magnifique et sublime découverte de la saccharification des fécules n'appartient pas aux contemporains, qui pourtant ont oublié le plus souvent de citer les vrais au-

teurs de cette révolution industrielle. C'est à Kirchhoff que la science et la pratique en sont redevables, et nous croyons devoir décrire quelques-uns de ses procédés d'après l'ouvrage de Virey, auquel nous empruntons le passage suivant :

« Kirchhoff a formé directement du sucre avec la fécule et le ferment. Sur 2 parties de fécule, il verse 4 parties d'eau froide ; puis, en remuant, il ajoute 20 parties d'eau bouillante ; il mêle à cet empois épais et chaud 1 partie de *gluten* pulvérisé, et expose le mélange pendant huit à dix heures à une température de 40 à 60 degrés de Réaumur. L'empois se liquéfie alors, et l'on peut le filtrer. La liqueur limpide contient un peu d'acide ; on la cencentre : c'est un sirop très sucré comme celui du malt. On peut le faire passer, à l'aide du levain acide, à la fermentation vineuse. L'alcool ne dissout qu'en partie ce sirop ; on en obtient de petits cristaux blancs, indistincts.

» On retrouve presque tout le gluten sur le filtre. C'est l'action de ce gluten sur la fécule qui peut déterminer la formation du sucre. Cette action est singulièrement favorisée par la germination. Les fécules sans gluten, comme celles de la pomme de terre, ne passent à la fermentation vineuse qu'autant qu'on ajoute du gluten.

» On purifie, selon Kirchhoff, les fécules ou amidons impurs, comme celui du sarrazin, etc., en les lavant dans une lessive légère de potasse caustique. M. Théodore de Saussure a fait l'analyse des amidons en les comburant ; il a trouvé, dans 100 parties

d'amidon sec : carbone, 45,39 ; oxygène, 48,31 ; hydrogène, 5,90 ; azote, 0,40.

» Dans la formation du *sucre d'amidon* par le moyen de l'acide sulfurique, il ne se dégage aucun gaz ; elle peut s'opérer sans le contact de l'air ; l'acide sulfurique n'est nullement décomposé, et n'entre point dans la composition du sucre produit. Il paraît donc que cet acide se borne à combiner à l'amidon une certaine portion d'hydrogène et d'oxygène dans les quantités propres à faire de l'eau. En effet, avec 100 parties d'amidon, M. de Saussure a obtenu 110,14 de sucre, sans qu'il entre de l'air ni de l'acide dans la composition de la matière sucrée ; il faut donc qu'il y ait de l'eau combinée ; donc ce sucre est composé d'amidon et d'eau solidifiée. Quand l'opération est bien faite, on n'a point de matière gommeuse ; celle-ci n'étant que le passage de l'amidon à la matière sucrée.

» Le procédé de M. Kirchhoff consiste à mettre 1 centième d'acide sulfurique en ébullition avec de l'amidon et suffisante quantité d'eau pendant trente-six heures ; mais on a trouvé que 2 centièmes d'acide agissaient mieux. Ainsi, faites bouillir 2 kilogrammes d'amidon (bien lavé à l'eau froide) avec : eau, 8 kilogrammes, et acide sulfurique à 66 degrés, 20 grammes selon Kirchhoff (40 grammes selon M. Vogel). Il faut agiter le mélange pendant la première heure pour l'empêcher de noircir. Après les trente-six heures, pendant lesquelles il faut ajouter de l'eau pour celle qui s'évapore, on ajoute 6 grammes (ou 12 grammes,

si l'on a mis le double d'acide) de craie en poudre, et 12 grammes de charbon animal pulvérisé ; après avoir fait de nouveau bouillir, on clarifie aux blancs d'œufs ; on évapore en consistance sirupeuse. Le dépôt fait en un lieu frais, on décante le sirop de dessus le sulfate de chaux.

» Ce sirop contient souvent encore une matière gommeuse ; il ne cristallise pas, mais le sucre très bon et très doux qu'il donne passe à la fermentation spiritueuse comme du vrai sucre. Il faut opérer dans un vase d'argent ou d'un métal moins attaquable que le cuivre par l'acide. On peut comparer le sucre d'amidon à celui de raisin ; tous les amidons en fournissent. On obtient facilement aujourd'hui une bonne bière de sucre d'amidon, en mêlant ce sirop avec suffisante quantité d'eau et un peu de ferment, comme pour faire la bière. Enfin, on peut distiller et obtenir de bon alcool, comme on en obtient maintenant avec de la pomme de terre sur laquelle on a fait agir de l'acide sulfurique. »

Ainsi Kirchhoff a produit la saccharification de la fécule par le gluten et par l'acide sulfurique, et c'est à lui que nous devons les premiers éléments de la fabrication du glucose, tant employé aujourd'hui. C'est encore à lui et à Proust que l'on doit d'avoir découvert l'action de l'*hordéine* sur les fécules, et il est bon de savoir que l'hordéine préparée par ces chimistes n'était autre chose que de la diastase impure.

Nous nous sommes assez étendu, dans notre première partie, sur le procédé à suivre pour obtenir la sac-

charification des fécules, sans que nous ayons besoin d'y revenir; nous insisterons cependant encore sur un point dont l'importance nous paraît extrême. La fécule, traitée par l'acide sulfurique, se transforme très promptement en dextrine et en sucre, mais le produit en sucre conserve toujours une saveur amère de sulfo-saccharate de chaux, en sorte que sous l'influence de cet acide il se forme des produits huileux qui passent souvent à la distillation, et donnent un mauvais goût aux résultats.

Il convient donc d'employer, autant que possible, l'orge germée pour la conversion des fécules, et non pas l'acide sulfurique ; dans le cas où l'on se servirait de celui-ci, on devra le neutraliser aussi complétement que possible, et filtrer le tout, si l'on ne préfère laisser reposer et décanter ensuite.

Lorsque l'on a obtenu du sirop de glucose par l'un ou par l'autre de ces procédés, on l'étend d'eau tiède, en brassant avec soin le mélange, jusqu'à ce qu'il ne marque plus que 9 degrés à l'aréomètre, et l'on fait fermenter le moût à la température de 25 degrés centigrades sous l'influence de 3 kilogrammes de levûre fraîche par 100 kilogrammes de fécule employée.

Rendement théorique. — 100 parties de fécule devenant $110^{p},14$ de glucose, 100 kilogrammes de matière amylacée *pure et anhydre* devraient donner $110^{kil.},140$ de glucose, et partant, suivant la proportion :

$$100 : 51,12 :: 110,14 : x = 56,30$$

on aurait pour produit théorique $56^{kil.},30$ d'alcool pur, soit $70^{lit.},19$ à 15 degrés centigrades. Mais il est

loin d'en être ainsi ; ce résultat serait fort avantageux, malgré le haut prix actuel des fécules, dont la valeur commerciale dépasse 60 francs les 100 kilogrammes. Ce produit ne valait, du temps de Chaptal, que 16 à 18 francs, et il a quadruplé de prix depuis son époque.

Rendement pratique. — Quelques personnes, qui s'étaient livrées à des expériences à ce sujet, se plaignaient devant nous des faibles produits obtenus sur la fécule; il est à croire qu'elles auront été victimes d'une fraude très commune dans le commerce des fécules, et qui consiste à hydrater cette matière au contact de l'air humide, la fécule étant un corps très avide d'eau, à ce point que le changement de son poids pourrait donner une excellente indication hygrométrique. Voici, d'après nos expériences personnelles, ce que l'on doit faire, et ce que l'on peut raisonnablement attendre dans l'alcoolisation de la fécule.

On ne doit jamais acheter de fécule sans se rendre un compte précis de son degré de siccité, et de la quantité d'eau contenue dans 100 parties d'échantillon. Il suffit, pour cela, d'employer un procédé extrêmement simple, à l'aide duquel on ne sera jamais exposé à commettre d'erreurs considérables. On prend 100 grammes de la fécule à vérifier, et on les expose dans une assiette, pendant quelques heures, à une chaleur de 120 à 140 degrés centigrades, ou bien encore à la chaleur du four au moment où l'on introduit le pain. La pesée que l'on répète ensuite donne la proportion d'eau qui est contenue dans l'échantillon.

On ne doit compter que sur la fécule sèche, et.

comme nous l'avons déjà fait remarquer, celle du commerce contient environ 15 pour 100 d'eau hygrométrique, il faut calculer sur 85 kilogrammes de fécule réelle pour 100 à peu près. Ainsi, 1 kilogramme de fécule produisant 1101gr.,4 de glucose, les 85 kilogrammes réels contenus dans 100 kilogrammes du commerce, donneront au maximum 93kil.,619 de glucose, et par la proportion :

$$100 : 51,12 :: 93,619 : x = 47,858$$

on trouve 47kil.,858 d'alcool pur, ou 59lit.,665 pour le produit maximum de 100 kilogrammes de fécule commerciale. En pratique, nous croyons que l'on ne dépasse guère les trois quarts de ce produit, et que l'on n'obtient pas plus de 45 à 50 litres de 90 degrés pour 100 kilogrammes de fécule.

Il sera bon de ne pas dépasser cette base, si l'on ne veut pas s'exposer à des mécomptes.

Prix de revient de l'alcool de fécule, saccharifiée par l'orge germée.

Frais :

1° 1000 kilogr. de fécule, à raison de 60 fr. pour 100 au prix faible actuel, donnent........................	600 fr.
2° 150 kilogr. d'orge germée.........................	20
3° Alcoolisation, main-d'œuvre, combustible, etc.......	20
Total approximatif..............	640 fr.

Recettes :

1° Alcool produit par la fécule, 475 litres à 160 fr. l'hectolitre	760 fr.
2° Alcool produit par l'orge, 40 litres environ	64
Total approximatif	824

Balance :

Frais	640
Recettes	824
Bénéfice	184 fr.

Nous n'avons indiqué ces chiffres approximatifs qu'afin de démontrer que, malgré le prix exorbitant des fécules, leur alcoolisation peut encore offrir des avantages assez considérables par une bonne méthode, puisque le prix de revient de l'hectolitre serait d'environ 124 francs; mais il est à croire que, le prix des fécules baissant, on pourra plus tard livrer cette matière à l'alcoolisation.

Les opérations se réduisent : 1° à la *saccharification*, à l'aide de 15 pour 100 d'orge germée, à la température de 60 à 65 degrés, ou avec 2 pour 100 d'acide sulfurique à la température de 100 degrés centigrades (1) ; 2° à la *fermentation* (à l'aide de la levûre de bière dans la proportion de 2 1/2 pour 100 du glucose obtenu) du moût acidulé très légèrement, et ramené à 8 degrés de densité ; 3° enfin à la *distillation*. On

(1) Voir pour plus de détails le chapitre III (1re partie), sur la Fermentation.

peut voir combien elles sont simples et faciles, si l'on s'est bien pénétré des principes généraux que nous avons étudiés dans notre première partie, à laquelle, du reste, nous renvoyons le lecteur, à cet égard, pour éviter des redites inutiles.

---

§ X. — Racines féculentes et autres saccharifiables.

Nous n'établirons pas de méthode générale pour les matières premières de cette section, qui demandent toutes la réduction en pulpe à l'aide de la coction, de la râpe ou du coupe-racines, mais dont quelques-unes ne livrent à l'alcoolisateur leurs principes fermentescibles qu'à la suite d'une acidulation spéciale sur laquelle nous reviendrons au sujet de l'*asphodèle* que l'on a vu repousser ou préconiser tour à tour selon l'intérêt du moment ou le caprice. Nous nous contenterons d'indiquer, en traitant de chacune d'elles, les méthodes à suivre de préférence, et nous commençons par la précieuse solanée dont un homme illustre a doté la France.

A. — Pomme de terre.

Il est peu de gens, assurément, parmi ceux dont le pain quotidien est la pomme de terre, qui sachent quel tribut de reconnaissance nous devons tous à l'immortel Parmentier pour l'acclimatation de la pomme de terre, ou plutôt de la parmentière, ainsi qu'on devrait l'appeler. Aujourd'hui qu'un mal terrible décime les produits de cette plante, nous croyons utile de rappe-

ler aux hommes de pratique les conditions normales qui peuvent seules en assurer la prospérité. Que le lecteur ne craigne pas de rencontrer ici de ces utopies, fréquentes parmi les savants, dont elles sont, en quelque façon, l'élément favori et le lieu commun qui prête matière à d'interminables et futiles discussions; nous examinerons brièvement, et en vue de l'alcoolisation aussi bien que de l'alimentation, la question de la maladie de la pomme de terre en la replaçant dans ses véritables termes.

Quand on veut acclimater une plante, il est important, si l'on ne veut la voir dépérir, de lui conserver autant qu'on le peut : le *climat*, le *sol*, la *nourriture*, et la *durée de végétation*, qu'elle avait dans son pays natal.

Nous ne parlons pas du climat; la solanée américaine croissant à des latitudes aussi froides que la nôtre, et d'ailleurs, cette condition ne dépendant pas de notre vouloir. Quant au *sol*, la parmentière croît naturellement dans des terrains sablo-calcaires, plutôt légers qu'argileux, et ce n'est pas, pour elle, une condition peu importante de vitalité et d'existence. Nous faisons souvent le contraire, parce que nous cherchons à nous draper, à nous poser en redresseurs des torts de la sage nature... est-ce bien raisonnable? Jamais on n'a *fumé* la pomme de terre sur les pentes péruviennes où elle produit abondamment sans culture, et nous la croyons fort mal cultivée quand le champ qui la reçoit n'a pas eu une abondante fumure. Nous prenons exactement le contre-pied de la nature

en toutes choses, et même dans la *durée de végétation* que notre despotisme avide daigne accorder à ce malheureux végétal. On lui a assigné six mois d'existence, en lui disant : c'est assez ! sans songer que la pomme de terre est une plante hivernale, pérenne pour ainsi dire, qui a besoin d'être une année en terre pour atteindre sa perfection. Aussi la dégénérescence n'a pas tardé, et des produits douteux, chétifs, malades, sont venus remplacer les savoureux tubercules, appelés avec tant de raison le pain du pauvre. Les disettes trouvent là une déplorable cause à laquelle on doit aussi attribuer la cherté des fécules, et en partie celle des alcools. La maladie de la pomme de terre nous semble un fléau plus effrayant encore que celle de la vigne, et cependant toutes les deux touchent de si près à l'alimentation, qu'on ne peut voir sans tristesse la funeste influence qu'elles ont sur la situation des peuples. Ce ne sont pourtant pas les discussions ni les théories qui ont fait défaut; ce ne sont pas les prix proposés qui manquent. L'*oïdium* a été créé, tous les champignons parasites et un grand nombre d'insectes ont été mis en cause, et en attendant, nos ressources alimentaires se perdent à mesure que la population augmente. Heureux si les céréales elles-mêmes ne sont pas attaquées à leur tour, et simultanément, par quelque oïdium de nouvelle fabrique. On dirait que nous n'avons des yeux que pour ne pas voir : car ce n'est pas de l'oïdium, des mousses, des champignons ou des insectes que ces plantes, nos généreuses nourrices, ont le plus à se plaindre ; c'est de nous, de nos soins

mal entendus et meurtriers, quoique savants, ou plutôt trop savants.

Hélas ! le monde n'en irait que mieux avec un peu moins de science et un peu plus de bon sens ; la vigne ne se porterait pas plus mal, et la pomme de terre guérirait peut-être. Donc, pour ramener celle-ci à une condition régulière, où elle puisse se rétablir de l'atteinte profonde que nous lui avons portée dans sa constitution végétale, il faut, autant que nous le pourrons, la rendre à sa nature, en suivant les conseils intelligents de quelques hommes dévoués, parmi lesquels nous citerons MM. V. Chatel et Leroy-Mabille. Ces conseils, nous les résumons ainsi :

1° Choix d'un terrain convenable, plutôt sablo-calcaire qu'argileux ;

2° Peu ou point de fumier ;

3° Plantation automnale, à une profondeur suffisante pour ne pas craindre la gelée, et récolte en octobre suivant.

Ces indications ont donné d'excellents résultats et dans l'intérêt public au point de vue de la nourriture de l'homme et du bétail, de l'industrie des fécules et des alcools, nous en recommandons vivement la pratique à tous les véritables agriculteurs.

Selon M. Payen, la pomme de terre contient :

Eau	74
Fécule	20
Matières diverses	6 environ.
	100

Vauquelin a trouvé sur différentes espèces, en prenant pour base une quantité de 500 grammes :

	Maximum.	Minimum.
1° Fécule..............	122 gr.	61 gr.
Soit pour 100.....	24,40	12,20
2° Parenchyme.........	34,50	20
Soit pour 100.....	6,90	4
3° Gras d'amidon.......	18,50	1
Soit pour 100.....	3,70	0,20

L'étude de quarante-sept variétés lui a donné le résultat suivant :

11 ont fourni du 1/5 au 1/4 en amidon ;
2 ont fourni le 1/8 seulement.
11 contenaient 66 pour 100 d'eau,
10 contenaient 75 pour 100,
6 contenaient 80 pour 100;

Mais, en général, on peut dire que la plus pauvre renferme de 18 à 20 pour 100 de fécule et la plus riche de 26 à 28 pour 100.

Parmi les autres matières qui se rencontrent dans la pomme de terre, c'est à peine si l'on peut compter 0,25 pour 100 de son poids de sucre, en sorte que cette fraction est tout à fait à négliger dans la production alcoolique pour laquelle on n'a à évaluer que la fécule seule comme élément alcoolisable. Encore ne doit-on jamais établir la valeur du rendement que sur le chiffre minimum de 18 pour 100, attendu que dans l'immense majorité des cas, il forme la moyenne de la fécule renfermée dans les tubercules.

Méthodes d'alcoolisation. — Elles sont nombreuses

à en juger par les essais et les tentatives que l'on a faites pour en obtenir un rendement plus considérable ; cependant on peut les réduire aisément à deux principales, l'une ayant pour base la coction et la macération, l'autre agissant à l'aide de l'acide sulfurique ou de l'orge germée. On peut agir sur la fécule après son extraction de la pomme de terre, comme nous l'avons exposé dans le paragraphe précédent, ce qui constituerait à la rigueur une troisième méthode ; mais elle ne convient pas à l'agriculteur dont elle augmente inutilement les frais, et ne peut être mise en œuvre que dans les grandes distilleries industrielles ou les féculeries. Les résidus servent à la nourriture du bétail. Chaptal assure que 50 kilogrammes de fécule doivent donner 20 à 21 litres d'eau-de-vie à 22° cartier (58° centésim.), ce qui se rapproche du résultat que nous avons indiqué.

L'illustre agronome dont nous parlons a décrit l'ancien procédé de distillation de la pomme de terre, lequel se réduit aux opérations suivantes :

« On place debout un tonneau de la capacité ou contenance de cinq hectolitres environ ; le fond supérieur est percé d'une porte carrée, par laquelle on introduit les pommes de terre. Une autre petite porte est pratiquée dans une des douves au niveau du fond inférieur ; elle sert à retirer les pommes de terre du tonneau. La pomme de terre est cuite au moyen de la vapeur d'eau : à cet effet, on fait pénétrer dans le tonneau le tuyau qui y conduit la vapeur par un trou pratiqué vers le fond.

» Dès que les pommes de terre sont cuites, on les écrase aussi parfaitement qu'on peut entre deux cylindres de bois, garnis chacun, à l'une de leurs extrémités, d'une roue d'engrenage, et mis en mouvement au moyen d'une manivelle.

» On porte la pulpe des pommes de terre dans un cuvier où doit s'en faire la fermentation.

» Mais la fermentation alcoolique n'aurait point lieu si l'on ne l'excitait pas par l'addition d'un levain qui la développe; ce levain se compose de la manière suivante. On prend 2 kilogrammes de farine d'orge germée, une pinte de levûre de bière et environ 20 kilogrammes de pulpe de pommes de terre; on brasse avec soin pour délayer le tout dans 30 ou 40 litres d'eau chaude au quarantième degré de Réaumur (50° centigr.), et l'on recouvre le baquet dans lequel se fait le mélange. Cette pâte fermente, elle se gonfle, et au bout de vingt-quatre heures, on la mêle avec la masse de pulpe qu'on a déposée dans le cuvier; on verse alors de l'eau chaude sur ces matières en agitant continuellement jusqu'à ce que la température du liquide marque 15° à 18° au thermomètre de Réaumur, et que la pesanteur spécifique soit à 6° ou 7° au pèse-liqueur... Lorsque les circonstances sont toutes favorables, la fermentation peut se terminer le troisième jour, mais le plus souvent elle se prolonge jusqu'au quatrième ou cinquième...

» La fermentation ne doit pas être tumultueuse ; il est reconnu que dans ce cas elle produit moins que lorsqu'elle est lente et régulière. Pendant qu'elle

s'opère, tous les débris des pommes de terre sont portés à la surface et y forment une croûte que l'on perce vers le milieu pour laisser dégager les gaz...

» L'opération faite sur quatre sacs de pommes de terre, ainsi que nous l'avons décrite, donne, terme moyen, 50 litres d'eau-de-vie de 20 degrés (52°, 5 centésim.); elle peut en fournir 55 litres lorsque toutes les circonstances sont favorables...

» Les résultats de la distillation, mêlés avec de la balle de grains et un peu de gâteau de colza ou de navette, sont une nourriture excellente pour les bœufs qui la mangent avec avidité. »

On peut modifier ce procédé en ajoutant sur 100 kilogrammes de pommes de terre cuites à la vapeur et réduites en pulpe de 8 à 10 kilogrammes de farine d'orge germée; on brasse ensuite avec la quantité d'eau chaude suffisante et l'on ajoute 300 grammes de levûre nouvelle délayée dans un seau de moût; on brasse et l'on couvre.

Le procédé de M. Dubrunfaut repose sur la saccharification par l'orge germée; mais ce chimiste l'emploie en trop grande quantité; la proportion du quart pouvant devenir extrêmement gênante, et d'ailleurs, ne procurant pas de résultats plus complets. Voici comment il opère :

On prend une cuve à double fond, dont le fond intérieur est percé de trous nombreux et recouvert d'un bon lit de paille, bien également distribuée. On étend là-dessus une couche de pulpe crue de pommes de terre, du poids de 100 kilogrammes ; on laisse égout-

ter une partie de l'eau de végétation, et au bout d'une demi-heure on fait écouler cette eau par un robinet qui répond à l'espace compris entre les deux fonds.

Nous ferons remarquer en passant qu'il n'est guère possible d'éviter une certaine perte de fécule dans l'écoulement de cette eau, et qu'il nous semble préférable de s'en abstenir.

On agite alors fortement avec des râbles tout en faisant arriver 4 ou 5 hectolitres d'eau bouillante, ce qui convertit la fécule en empois; on ajoute alors 25 kilogrammes d'orge germée, et l'on brasse pendant trois ou quatre heures, puis on soutire la liqueur par le robinet. Ce liquide est porté dans la cuve à fermentation.

On ajoute au marc 2 hectolitres d'eau bouillante et l'on brasse convenablement, puis on soutire; enfin, on épuise le marc par 2 ou 3 hectolitres d'eau froide, et les liquides sont réunis dans la cuve à fermenter où l'on fait l'addition d'une quantité de levûre suffisante.

Ce procédé n'est pas régulier : il produit une perte de fécule, qui s'écoule avec l'eau de végétation, et de plus, il conduit à l'emploi d'une quantité de malt plus considérable que celle de la fécule contenue dans 100 kilogrammes de pommes de terre. En règle générale, on ne doit pas dépasser 15 pour 100 de malt, relativement à la fécule transformable, ce qui ne conduit qu'à 3 kilogrammes 750 grammes pour 100 kilogrammes de pommes de terre, même en admettant le maximum de fécule ou 25 pour 100. Le chiffre

de 25 kilogrammes ne peut certainement pas nuire à la saccharification : loin de là ; mais le distillateur de pommes de terre pourrait souvent être très embarrassé pour se procurer cette quantité énorme d'orge germée, qui conduirait à employer 100 kilogrammes de malt pour la saccharification d'une quantité égale de fécule.

M. Siemens a trouvé, dès 1820, un procédé qui permet de tirer un tiers d'eau-de-vie de pommes de terre de plus que par les autres méthodes : nous le décrivons succinctement.

M. Siemens fait cuire les pommes de terre à la vapeur à un ou deux degrés au-dessus de l'eau bouillante, et elles sont réduites en pâte très fine à l'aide d'un moulinet de fer, mû par un petit manége ou autrement. Cette pâte est ensuite brassée avec de l'eau chaude, tenant en dissolution quelques centièmes de potasse à la chaux. L'action de la potasse est aussi énergique que celle des acides sur la fécule, et, de plus, elle oxyde les huiles essentielles fétides. L'empois se forme aussitôt et coule à travers une espèce de crible, puis on met le tout en fermentation avec un dixième de drèche.

Ce procédé est très rationnel, et nous verrons plus loin les modifications qu'il convient d'y apporter.

Voici le procédé que nous avons adopté de préférence ; il n'est, en quelque façon, que la synthèse de ce que les divers procédés anciens renferment d'applicable dans l'état actuel de la distillation.

On prend 100 kilogrammes de pommes de terre que

l'on fait cuire à la vapeur par un moyen analogue à celui de Chaptal ; cette cuisson étant opérée en moins d'un quart d'heure, les pommes de terre sont écrasées et réduites en pulpe fine par le procédé que l'on a sous la main ; puis on les brasse avec 450 litres d'eau bouillante tenant en dissolution 2 kilogrammes de potasse caustique, et l'on reçoit l'empois clair qui en provient sur un crible qui sépare la pulpe. On reprend cette pulpe et on l'épuise par 2 ou 3 hectolitres d'eau bouillante.

Le produit est porté dans la cuve à saccharifier, où on le mélange avec 8 kilogrammes de farine d'orge germée ; en agitant et en brassant constamment pendant quatre heures, à l'aide du moulinet, on obtient la transformation en glucose de tout ce qui en est susceptible, et l'on n'a plus qu'à jeter les matières sur l'appareil à filtrer, avant de mettre en fermentation. Cette dernière opération se fait avec 3 kilogrammes de levûre et ne présente nulle différence, si on la compare à la fermentation ordinaire.

On fera bien d'ajouter au moût dans la cuve à fermenter 125 grammes d'acide sulfurique par 100 kilogrammes de pommes de terre employées.

La pratique donne, en général, un rendement qui varie de 8 à 15 litres d'eau-de-vie à 50° par 100 kilogrammes de matière première. Elle pourrait produire de 10 à 18 litres selon les variétés.

B. — Topinambour.

Le topinambour est une plante très rustique de la

même famille que l'hélianthe-soleil et que nous croyons destinée à remplacer la betterave dans la production de l'alcool, lorsque celle-ci sera retournée à son véritable emploi, la production du sucre.

Outre le produit en alcool, plus considérable que celui de la betterave, outre l'utile emploi des pulpes, le topinambour présente encore un autre avantage, qui est la facilité avec laquelle on extrait la potasse de ses tiges réduites en cendres. Ce produit peut à lui seul couvrir les frais de culture.

La méthode avec laquelle on doit traiter le topinambour est très simple et présente beaucoup d'analogie avec les procédés d'alcoolisation des pommes de terre.

Nous conseillons de réduire les topinambours en pulpe, puis de soumettre le tout à l'action de l'eau bouillante, dans la proportion de 500 litres pour 100 kilogrammes de pulpe, en brassant avec soin pendant deux ou trois heures, en présence de 10 pour 100 d'orge germée réduite en farine. On soutire le liquide obtenu, puis on le traite par 2 autres hectolitres d'eau bouillante, et après un brassage énergique on laisse écouler la liqueur, que l'on réunit à la première dans la cuve à fermenter en l'additionnant de 150 grammes d'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau. La fermentation se fait à l'ordinaire.

Les tubercules de topinambour donnent à l'analyse :

Eau...........................	77,20
Glucose.......................	14,80

Inuline	3
Cellulose	1,22
Gluten	0,99
Gomme	1,08
Huile	0,06
Cérine	0,03
Sels de potasse	1,28
— de chaux	0,24
Chlorure de potassium	0,08
Acide silicique	0,02

D'après cette analyse de Braconnot, on peut conclure que la levûre est moins nécessaire au moût de topinambour qu'à la plupart des autres, puisqu'il contient une quantité considérable de gluten. D'un autre côté, en ne consultant que la *théorie*, et en réunissant le *sucre* à l'*inuline* et à la *gomme*, on aurait 18,88 de matière alcoolisable, ce qui, d'après la proportion fondamentale :

$$100 : 51,12 :: 18,88 : x = 9,65,$$

donnerait 9 kilogrammes 650 grammes d'alcool anhydre, soit 12 litres 3 centilitres. Mais on ne doit pas compter en *pratique* sur un rendement de plus de 6 à 7 litres d'alcool à 90° pour 100 kilogrammes. On obtient en moyenne 12 à 13 litres de 50°, mais comme le topinambour croît dans des terrains que la betterave refuserait et qu'il donne un produit relativement plus considérable et de l'alcool de meilleur goût, il n'y a guère à hésiter, et nous espérons voir remplacer la betterave dans l'alcoolisation par cette plante rustique et vigoureuse. On pourrait retirer les sels de potasse

contenus dans les vinasses avec presque autant d'avantages qu'on le fait de celles de mélasse, sans compter la quantité de salin renfermée dans les cendres des tiges. On devrait lessiver ces cendres avec les vinasses et c'est le moyen que l'on doit employer dans toutes les distilleries agricoles, auxquelles on aura annexé une fabrique de sels alcalins.

C. — Panais.

Le panais contient 4 pour 100 de fécule et 6,5 pour 100 de sucre en moyenne.

On doit le traiter comme le topinambour, pour en retirer 4 litres d'alcool environ de 100 kilogrammes. Cet alcool est assez fortement imprégné d'une essence particulière à odeur caractéristique, bien qu'assez agréable.

D. — Asphodèle.

Il est certain qu'il y a dix-huit mois, personne ne pouvait s'attendre à la réputation colossale faite à cette pauvre *asphodèle* qui n'en peut mais, écrasée qu'elle est sous les discussions, les affirmations et les négations qu'elle a causées. Lorsque nous présentâmes à la Société d'agriculture le résumé de nos recherches sur les plantes féculentes et notamment sur la fritillaire et la famille des liliacées, un naïf professeur objecta la prééminence de l'asphodèle à l'égard de la fécule. Il ne nous fut pas difficile de donner des preuves décisives et matérielles que l'asphodèle ne contient pas un atome de fécule. MM. Chevreul et

Payen admirent la réalité de notre expérience ; mais depuis on trouva dans l'asphodèle : fécule, gomme, mannite, sucre de canne, glucose, etc. Rien ne manquait à la liste de ses principes immédiats, sinon le véritable, le seul qui puisse subir la transformation.

1° L'asphodèle ne contient pas de fécule, nous l'avons démontré expérimentalement en 1853.

2° Elle ne renferme point de gomme ni de mannite ; nous n'avons vu sous ce rapport aucune démonstration concluante.

3° Elle ne renferme aucune espèce de sucre ; le saccharimètre a toujours donné 0° à M. Clerget dans les nombreuses expériences auxquelles il s'est livré à ce sujet.

En voilà bien assez pour l'édification de ceux qui ont prêté si gratuitement à cette plante tous les principes alcoolisables à la fois, mais cela ne suffit pas pour expliquer un fait, bizarre en apparence, très simple et très naturel en réalité, savoir la production de 14 à 16 pour 100 de glucose dans les moûts d'asphodèle, quand on les soumet à l'acidulation. Voici comment nous expliquons ce fait et quelles en sont, suivant nous, les causes rationnelles.

L'asphodèle absorbe une aussi grande quantité relative d'acide carbonique dissous que les autres plantes ; mais comme elle n'est douée que d'un très faible pouvoir réducteur, le carbone réduit fixe l'eau nécessaire à la production de la *cellulose mucilagineuse* ou *rudimentaire*, de la *pectosine*, en un mot, sans que les

progrès de la végétation fassent jamais passer cette pectosine à l'état parfait de cellulose complétée, dans aucune de ses formes secondaires. Ainsi, on ne trouve dans l'asphodèle que de la pectosine et de la cellulose normale; encore cette dernière s'y trouve-t-elle en assez faible proportion; mais jamais cette forme de l'*hydro-carbonation* (qu'on nous permette le mot), n'est dépassée, pour atteindre celle de la fécule, des sucres, des gommes ou de la mannite, etc.

Cette théorie est confirmée par les faits qui la justifient de tous points, et elle explique comment on ne rencontre dans l'asphodèle aucun des principes alcoolisables ordinaires. Mais la *pectosine* (voy. Ire partie) est tout aussi transformable en glucose que la fécule sous l'empire d'une acidulation même assez faible; nous avons même observé que la diastase n'est pas sans action sur ce principe.

De tout ce que nous venons d'exposer, on peut aisément déduire les conséquences vérifiées par la pratique, puisque cette plante ne présente avant l'acidulation aucune substance douée d'un pouvoir rotatoire analogue à celui des sucres, tandis que son moût dénote une forte proportion de glucose après l'action des acides. Il est digne de remarque que l'acide malique exerce peu de pouvoir sur la pectosine, et que certains autres acides végétaux faibles doivent être dans la même circonstance; mais le tartrique et le citrique déterminent la saccharification de ce principe à une température comprise entre 80 et 100 degrés centigrades. Les *malates*, *citrates*, *tartrates*, contenus

dans l'asphodèle, sont donc sans action sur la pectosine dans les conditions ordinaires.

Voyons maintenant ce que l'on doit faire pour alcooliser la pectosine renfermée dans les tubercules de l'asphodèle blanc et dans quelques autres plantes.

On a pris l'habitude de réduire en cossettes, ou petites parcelles que l'on fait sécher à l'étuve, un certain nombre de plantes alcoolisables, parmi lesquelles nous citerons la betterave et l'asphodèle. Cette pratique, mauvaise en agriculture par les frais supplémentaires qu'elle occasionne, est utile en industrie en ce sens qu'elle permet d'éviter le chomage et de se livrer à l'alcoolisation pendant la plus grande partie de l'année. Il existe d'ailleurs une circonstance qui rend cette manière d'opérer précieuse dans certains cas ; nous entendons parler de la diminution du sucre qui se fait remarquer dans les racines conservées pendant plusieurs mois. La dessiccation obvie à la perte qui en résulte.

Mais alors on ne peut guère produire l'élimination de la matière sucrée que par substitution à l'aide de la macération à chaud, ou encore par la coction. Nous avons exposé précédemment les inconvénients de la macération ; nous n'y reviendrons donc pas, laissant au lecteur le soin d'apprécier ce qu'il lui convient de faire à cet égard. En général, les cossettes ne représentent que le quart en poids de la plante fraîche.

On fait la macération des cossettes d'asphodèle avec 20 parties en poids (pour 5 de cossettes) d'eau aiguisée d'acide sulfurique dans la proportion de 2 pour 100 ;

cette eau doit être versée bouillante et en deux fois. On soutire la liqueur après douze heures, et l'on épuise par de nouvelle eau bouillante acidulée. Les liquides réunis sont mis en fermentation après qu'on a neutralisé une partie de l'acide, si cela est nécessaire.

La fermentation et la distillation se font à l'ordinaire.

Quand on agit sur les racines fraîches, il est bon de les réduire en pulpe que l'on acidule de 2 pour 100 d'acide, après avoir ajouté quatre fois autant d'eau en poids que de racines. On porte à l'ébullition à l'aide d'un courant de vapeur ou à feu nu, et après une heure ou une heure et demie, on presse le tout, et après avoir épuisé le marc, on réunit les liqueurs et l'on met en levûre.

L'asphodèle fournit de 5 à 7 litres de 90 degrés par 100 kilogrammes.

E. — Garance.

Nous n'avons rien à dire de cette plante que l'on a essayé d'alcooliser dans le Midi. Elle donne des produits d'une infection vraiment extraordinaire, et la garance, cultivée pour les usages de la teinture, est d'un emploi facile, d'un usage avantageux, que ne compenserait jamais un mauvais produit alcoolique.

La méthode à suivre pour l'alcooliser est la même que celle qui précède.

F. — Dahlia.

On a essayé de nourrir les animaux avec les nombreux tubercules de cette belle plante; mais sa valeur

nutritive est bien faible. Les lapins seuls la mangent sans trop de répugnance. On pourrait cultiver certaines variétés communes abondantes en tubercules, et assez rustiques pour en extraire l'alcool. Le dahlia abonde en pectosine, et bien que très peu féculent, il donne des produits analogues à ceux de l'asphodèle, quand on le traite de la même manière par l'acidulation.

Nous avons calculé que 1 hectare de terre, planté en dahlias, pourrait produire environ 30,000 kilogrammes qui fourniraient 18 hectolitres de 90 degrés à peu près. Cette culture réussirait parfaitement dans les terres sablo-argileuses et donnerait les meilleurs résultats.

---

§ XI.— Céréales.

Nous ne sommes pas partisan de l'alcoolisation des céréales alimentaires ; mais il en est dont on pourrait obtenir de l'alcool avec avantage sans augmenter les causes de disette. L'avoine et l'orge pourraient parfaitement avoir cette destination, d'autant plus que leurs résidus sont très nutritifs pour le bétail.

Les céréales ont été et sont encore employées pour fabriquer l'alcool dit de grains ; nous allons examiner la composition de ces matières premières au point de vue seulement des principes immédiats alcoolisables, afin de nous rendre compte des rendements théoriques, sauf à apprécier ensuite leur valeur pratique.

A. — FROMENT.

1° *Blé dur de Vénézuela*, contient :

Amidon..................	58,12
Dextrine, glucose, congénères.	9,50
Matière saccharifiable.	67,62

Rendement théorique, en alcool pur, en ne tenant pas compte de la différence qu'il y a entre le chiffre de l'amidon et celui du glucose : 34,56 pour 100 kilogrammes.

2° *Blé d'Afrique :*

Amidon.................	64,57
Dextrine, glucose, congénères.	7,60
Matière saccharifiable.	72,17

Rendement théorique en alcool : 36,89 pour 100 kilogrammes.

3° *Blé de Taganrock :*

Amidon..................	63,30
Dextrine, glucose, congénères.	8
Matières saccharifiables.	71,30

Rendement théorique en alcool : 36,44 pour 100 kilogrammes.

4° *Blé demi-dur de Brie :*

Amidon..................	68,65
Dextrine, glucose, congénères..	7
Matières saccharifiables.	75,65

Rendement théorique en alcool : 38,67 pour 100 kilogrammes.

5° *Blé blanc Touzelle :*

Amidon....................	75,31
Dextrine, glucose, congénères.	6,05
Matière saccharifiable..	81,36

Rendement théorique en alcool : 41,59 pour 100 kilogrammes.

B. — Seigle.

Amidon....................	65,65
Dextrine, glucose, congénères.	12
Matière saccharifiable..	77,65

Rendement théorique en alcool : 39,69 pour 100 kilogrammes.

C. — Orge.

Amidon....................	65,43
Dextrine, glucose, congénères.	10
Matière saccharifiable..	75,43

Rendement théorique en alcool : 38,56 pour 100 kilogrammes.

D. — Avoine.

Amidon....................	60,59
Dextrine, glucose, congénères.	9,25
Matière saccharifiable..	69,25

Rendement théorique en alcool : 35,70 pour 100 kilogrammes.

E. — Maïs (graines) (1).

Amidon	67,55
Dextrine, glucose, congénères.	4
Matière saccharifiable..	71,55

Rendement théorique en alcool : 36,57 pour 100 kilogrammes.

F. — Riz.

Amidon	89,15
Dextrine, glucose, congénères.	1
Matière saccharifiable.	90,15

Rendement théorique en alcool : 46,06 pour 100 kilogrammes.

Pour obtenir le rendement pratique de ces différentes graines, il faut retrancher un tiers du chiffre théorique au moins, et encore doit-on prendre les plus grandes précautions dans la pratique des opérations que nous allons décrire, et faire usage d'un bon appareil continu. On aurait donc les chiffres suivants :

Tableau du rendement pratique des céréales, pour 100 kilogrammes.

NOMS.	POIDS. kilogr.	VOLUMES. litres
Blé de Vénézuela	23,04	28,72
— d'Afrique	24,59	30,66
— de Taganrock	24,29	30,28
— de Brie	25,78	32,14
— Touzelle	27,72	34,56
Seigle	26,46	32,99
Orge	25,70	32,04
Avoine	23,80	29,68
Maïs	24,38	30,39
Riz	30,70	38,27

(1) Nous avons placé le maïs avec les céréales proprement dites, pour que l'on puisse faire la comparaison des produits. *N. B.*

Nous rejetons la macération de l'alcoolisation des graines féculentes, quelle qu'en soit la nature, et nous ne pensons pas que l'on puisse, avec cette méthode, obtenir de résultats convenables. Par la raison que l'odeur des eaux-de-vie de grains est due à la pellicule de la graine ou au son, nous proscrivons également l'usage arriéré d'alcooliser les grains *concassés* seulement, et nous conseillons de n'agir que sur les grains *moulus* et réduits en farine, bien séparés du son par le blutage. On obtient ainsi des alcools fins, que l'on peut très bien employer à tous les usages des alcools de vin, pour peu qu'ils soient bien rectifiés.

Procédé général d'alcoolisation des grains. — Dans une cuve à double fond, on délaie 100 kilogrammes de la farine que l'on veut employer, avec 400 litres d'eau que l'on porte à 80 degrés par un courant de vapeur; on y délaie ensuite, en brassant énergiquement la masse, 15 kilogrammes de farine d'orge germée. Après avoir tenu pendant quatre heures, à la température de 70 degrés environ, en agitant constamment, on laisse reposer, et à l'aide d'un siphon ou d'un *monte-jus*, ou bien d'un robinet, on enlève le liquide sucré que l'on dirige dans la cuve à fermentation. Une seconde trempe faite avec 200 litres d'eau seulement pendant deux heures, achève de transformer le reste de l'amidon, et l'on jette le tout sur l'appareil filtrateur. Ce liquide est réuni au premier, et mis en levain avec 2 kilogrammes de levûre délayée dans un seau de moût. L'eau de lavage du résidu sert à une autre opération.

On peut également saccharifier les farines avec l'acide sulfurique, mais outre que le résidu est nuisible au bétail, on s'impose une opération de plus, la neutralisation, et le sulfate de chaux qui reste dans la liqueur en petite quantité nuit à la fermentation. Les produits sont aussi d'une qualité inférieure.

En résumé, on ne doit saccharifier que des farines, et cette opération doit se faire par l'orge germée. La fermentation est complète au bout de trois ou quatre jours.

---

§ XII. — Graines et fruits féculents.

La méthode d'alcoolisation de ces produits est absolument la même que celle des céréales, aussi n'ajouterons-nous rien à ce que nous venons de dire à ce sujet, et ne parlerons-nous que des rendements.

A. — Sarrasin.

La farine de sarrasin contient :

Amidon	58,40
Dextrine, glucose, congénères	5,60
Matière saccharifiable	64,00

Rendement théorique : 32$^{kil.}$,71.

Rendement pratique : 21$^{kil.}$,80 ou 27$^{lit.}$,18.

Cette matière est une des plus avantageuses à raison de la rusticité de la plante et du bas prix de la graine.

B. — Millet, Sorgho, Panis.

Leur farine contient :

Amidon	65,70
Dextrine, glucose, congénères	6,95
Matière saccharifiable	72,65

Rendement théorique : $37^{kil.},13$.

Rendement pratique : $24^{kil.},75$ ou $30^{lit.},87$.

Le millet commun croît facilement, et donne des produits abondants par toute la France ; nous en conseillons fortement la culture en vue de l'alcoolisation.

C. — Pois, Lentilles, Haricots, Fèves de marais, Féverolles, Vesces.

Ces graines tiennent, en moyenne, de 33 à 40 pour 100 de fécule, et leur farine en contient jusque 50 à 60 pour 100. On y trouve, en outre, du sucre en petite quantité. Leur rendement en alcool pur est de 18 à 20 litres par 100 kilogrammes de farine.

D. — Chataignes.

Quoique ce fruit soit trop peu abondant, les expériences que nous avons faites nous ont conduit à penser qu'il peut donner un rendement pratique en alcool, de 14 à 15 litres pour 100 kilogrammes.

La châtaigne contient :

Amidon	25 à 30
Sucre de canne	12 à 14
Glucose, etc.	5 à 9
Matière alcoolisable	42 à 53

E. — Glands.

Le gland pourrait être alcoolisé avantageusement dans les années où il est abondant. Il renferme 18 à 22 pour 100 de fécule, et pourrait donner de 6 à 7 litres d'alcool pour 100 kilogrammes.

---

§ XIII. — Cellulose.

Braconnot trouva le moyen de transformer la cellulose en sucre par l'action de l'acide sulfurique ; il fit du glucose de ligneux et de chiffons, et nous croyons devoir rapporter ici son procédé, tel qu'il est décrit dans Virey :

« Braconnot prit 5 grammes de chiffons de toile, qu'on peut regarder comme du ligneux pur. Bien desséchés, il les arrosa dans un mortier de verre avec de l'acide sulfurique, 34 grammes, en agitant et broyant ensuite ; le linge fut réduit en une masse mucilagineuse, poissante, peu colorée, sans dégagement d'acide sulfureux, ni dépôt de carbone. On délaie dans de l'eau, qui dissout la masse, excepté une petite partie de matière amyliforme, qui est du linge non entièrement décomposé. On sature avec de la craie l'acide dissolvant ; on filtre pour séparer le dépôt de sulfate de chaux, on évapore en consistance sirupeuse, en séparant un reste de sélénite. En continuant à chauffer cette matière gommeuse, *avec de l'acide sulfurique étendu d'eau* (comme pour le sucre d'amidon), on met en ébullition pendant dix heures, on sature avec

le carbonate de chaux ; enfin, on évapore en sirop et l'on met cristalliser. On obtient ainsi du sucre en cristaux, que l'on peut rendre très blanc par la purification au charbon animal. Ce sucre a une saveur fraîche dans la bouche, il cristallise en groupes sphériques, composés de petites lames divergentes, inégales. Il se fond à la chaleur de l'eau bouillante, est soluble dans l'alcool chaud. Il est très analogue aux sucres d'amidon et de raisin. Une livre de chiffons donne au delà d'une livre de sucre. La gomme produite d'abord, retient un peu d'acide sulfurique ; elle est moins tenace que l'arabique. »

Les auteurs modernes le décrivent ainsi : *sucre de chiffons*. — On prépare cette variété de glucose en ajoutant, par petites portions, 17 parties d'acide sulfurique concentré sur 12 parties de chiffons en petits morceaux ; le mélange ayant été abandonné à lui-même pendant deux jours, on le traite par une grande quantité d'eau, puis on fait bouillir pendant huit ou dix heures ; on sature par du carbonate de chaux, on évapore jusqu'en consistance sirupeuse, et on laisse cristalliser. (Orfila.)

Nous ne multiplierons pas les citations à ce propos ; disons seulement que le bois et la paille pulvérisés, le coton, le papier, le linge, les feuilles, le foin, etc., et toutes les variétés de cellulose, peuvent donner du sucre par le procédé de Braconnot ou un autre analogue (1). Mais un incident est venu depuis peu

(1) En faisant agir 120 parties d'acide sulfurique à 66° sur

donner une sorte d'actualité à l'application de ce procédé. Dans une séance de l'Académie des sciences, un chimiste distingué, M. Pelouze, présenta à ce corps savant *une communication d'un de ses élèves*, M. J.-Ed. Arnould, sur la transformation des fibres végétales, et particulièrement du bois, en sucre et en alcool.

Voici ce travail, que nous citons aussi complétement que possible, en laissant parler son auteur, afin d'être plus libre dans les observations que nous croyons devoir y faire dans l'intérêt des agriculteurs, des fabricants, des expérimentateurs, exposés à des mécomptes et à des erreurs évidentes, sur la foi de M. Arnould.

« Dans les circonstances actuelles, lorsque la fabrication de l'alcool prend un si grand développement qu'elle détourne plusieurs matières premières, particulièrement les céréales, de leur véritable et plus utile emploi, j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à présenter à l'Académie le résultat de recherches sur un nouveau mode de production de l'alcool, bien

---

100 parties de paille pulvérisée, nous avons obtenu nous-même de bons résultats en matière sucrée et en alcool. Quoi qu'il en soit, la lenteur de l'opération, les précautions qu'elle exige, l'élévation relative du prix de revient ne permettent pas de considérer, quant à présent, cette opération comme pratique. Peut-être que l'on verra surgir quelque méthode plus parfaite, à l'aide de laquelle on pourra transformer la quantité prodigieuse de cellulose que l'on pourrait livrer à l'alcoolisation. La méthode de Braconnot est très simple; mais on ne peut traiter que des matières plus ou moins pulvérisées. On amène le sirop sucré à la densité de 8°, après la neutralisation de l'acide, on fait fermenter et l'on distille. L'alcool de paille n'a pas d'odeur désagréable. *N. B.*

que ces recherches ne soient pas encore complétées.

» M'appuyant sur les travaux de M. Braconnot, publiés il y a trente-cinq ans, et sur ceux plus récents de M. Payen, j'ai entrepris de produire une matière analogue à l'amidon, du sucre et de l'alcool, avec les fibres végétales, et particulièrement avec le bois.

» Mes premiers essais ont complétement répondu à mon attente. Je suis arrivé, pour certaines fibres, à rendre solubles 97 pour 100 de la matière employée, et, pour certaines essences de bois, à convertir en sucre et autres produits solubles 75 à 80 pour 100 du bois employé, puis le sucre a été converti en alcool.

» Je vais indiquer sommairement la préparation de l'alcool avec le bois blanc.

» Le bois est réduit en sciure grossière : dans cet état, il est desséché jusqu'à 100 degrés, de manière à lui faire perdre l'eau qu'il contient, car cette eau entre souvent pour la moitié de son poids. On laisse refroidir le bois, puis on verse avec beaucoup de soin, et par très petites quantités à la fois, de l'acide sulfurique concentré ; cet acide est versé très lentement pour empêcher la matière de s'échauffer. On mêle l'acide avec le bois au fur et à mesure qu'on le verse, puis pendant douze heures, on abandonne le mélange : ensuite, on le broie avec beaucoup de soin jusqu'à ce que cette masse, d'abord presque sèche, devienne assez liquide pour couler. Ce liquide, étendu d'eau, est porté à l'ébullition : l'acide est saturé par la craie, et la liqueur, après une filtration, est soumise à la

fermentation ; ensuite l'alcool est distillé par les procédés ordinaires.

» Dans cette expérience, la quantité d'acide sulfurique employé peut être égale, mais ne peut pas être moindre que 110 pour 100 du poids du bois sec. Des recherches en voie d'exécution me font pressentir que la quantité d'acide pourra être considérablement diminuée; mais déjà même, avec la proportion indiquée plus haut, la fabrication de l'alcool se ferait d'une manière économique, à cause du bas prix des matières employées, qui sont le bois, l'acide sulfurique et la craie.

» J'ai l'espoir que l'Académie voudra bien m'excuser de lui avoir soumis un travail incomplet, eu égard à l'importance de la question d'utilité publique. En effet, les peuples auront à leur disposition une nouvelle source de matières alimentaires presque inépuisable, puisque avec le bois on pourra faire, d'une manière très économique, de la *dextrine*, du *sucre* et de l'*alcool*. Les gouvernements (et nous savons avec quelle sollicitude le nôtre adopte toutes les mesures, provoque tous les progrès qui peuvent venir en aide au bien-être des populations), les gouvernements, dis-je, verront ces crises alimentaires, si pénibles pour tous, devenir de plus en plus rares, si ce n'est même impossibles, puisque le bois contribuera doublement à l'alimentation publique, d'abord directement, et aussi en fournissant des produits qui étaient demandés aux grains, cette première nourriture des peuples. Ce nouvel emploi du bois rendra à un produit aussi abon-

dant, et dont la conservation est importante à tant d'égards, une partie de sa valeur, au moment où ces usages deviennent presque nuls par suite de l'emploi du fer et du charbon de terre. »

Un recueil scientifique, en rendant compte de cette communication de M. Arnould, y ajoute les observations suivantes :

« L'expérience n'a encore été faite que dans le laboratoire, mais M. Arnould se propose d'établir incessamment une usine où il fabriquera en grand. A en juger par les premiers essais, 100 kilogrammes de bois râpé donneraient 75 à 80 pour 100 de sucre et 2 hectolitres d'alcool. Au prix actuel de l'acide sulfurique et de l'alcool, et alors même que l'on en serait réduit à perdre entièrement, en le transformant en sulfate de chaux, l'acide sulfurique qui n'est nullement décomposé, il y aurait encore des bénéfices considérables à réaliser. Mais il n'est pas douteux, ajoute M. Pelouze, qu'on arrive bientôt à tirer parti de cet acide sulfurique dissimulé, à lui faire faire la navette. On pourra, par exemple, le faire servir à la décomposition des acides gras, à la transformation en stéarine et en oléine des acides stéarique et margarique ; on aurait ainsi à la fois et le sucre, qui plus tard se changera en alcool, et la matière des bougies. L'eau-de-vie présentée à l'Académie par M. Pelouze était vraiment bonne ; on ne pouvait lui reprocher qu'une légère odeur empyreumatique dont on le débarrassera sans peine par des distillations successives, si on ne l'emploie pas tel qu'il est dans l'industrie. On fait

actuellement de l'eau-de-vie avec tout, la betterave, la pomme de terre, l'orge, le seigle, et même, assure-t-on, le froment; c'est un abus ou un excès condamnable; la fabrication nouvelle au moyen du bois permettra de rendre la betterave à l'industrie du sucre cristallisé, et de conserver la pomme de terre et les céréales pour l'alimentation, qui en a tant besoin. »

Il est vraiment déplorable que des hommes éminents viennent louer ainsi des choses inacceptables, que le plus simple bon sens et la plus élémentaire notion de chimie ne permettent pas d'écouter sans étonnement.

D'ailleurs, quand on rend compte d'une communication de ce genre, on fait part au public des objections faites :

Voici celle de l'honorable et savant chimiste M. Regnault (entre plusieurs autres) :

« *Le prix de revient de cet alcool serait trop élevé.* »

Si l'on obtient 2 hectolitres, 1 hectolitre même d'alcool pour 100 kilogrammes de sciure, M. Regnault a tort contre M. Arnould et contre M. Pelouze, qui a présenté à l'Académie sa communication : car il y aurait même avantage à produire un demi-hectolitre au prix de 110 kilogrammes d'acide. Mais il n'en est rien, et l'expérience qui a été faite est loin encore de pouvoir donner un démenti aux faits que nous allons rétablir dans toute leur intégrité.

1° Comme on est forcé de l'avouer, c'est ici le procédé de Braconnot et non celui de M. Arnould ou de tout autre.

2° M. Arnould affirme que l'on peut réduire en sucre

et autres produits solubles 75 à 80 pour 100 du bois employé (*certaines essences*), et qu'il est arrivé à *rendre solubles* 97 pour 100 de la matière employée (*certaines fibres*) ; voyons la valeur de cette affirmation que nous ne contestons pas.

3° M. Arnould ne peut pas faire qu'il y ait dans le bois de toute essence plus de cellulose qu'il ne peut y en exister ; or :

A. Le bois contient de 25 à 50 pour 100 de son poids d'eau.

B. En le faisant dessécher, au préalable, comme le conseille M. Arnould avec raison, on aura sur 100 parties en poids :

Ligneux {	Cellulose...........	70 à 92 environ.
	Matière incrustante...	4 à 26 —
	(sclérogène de M. Payen).	
	Matière azotée..........	2,5
	— colorante..... }	1,5
	Sels divers, etc.. .... }	

C. En admettant le chiffre de 92 pour 100 en cellulose pure, c'est le maximum que l'on atteigne dans les bois blancs qui renferment le moins de matière incrustante.

D. Le bois ne fournissant que 30 pour 100 de charbon au maximum, on peut en inférer que 100 parties de bois ne contiennent que 67$^{\text{part.}}$,5 de cellulose par un calcul basé sur les équivalents.

L'équivalent de la cellulose $C^{12}H^{10}O^{10}$ étant 2025, 900 parties de carbone correspondent à 1125 parties d'eau ; on en tire la proportion suivante

fondée sur le rendement en charbon en vase clos (30 pour 100) :

$$900 : 1125 :: 30 : x = 37,5,$$

ce qui donne pour la cellulose comprise dans 100 parties de bois : $30 + 37,5 = 67,5$. Encore faudrait-il déduire de ce chiffre le produit ou résultat charbonneux du sclérogène.

On accordera, sans doute, que dans le produit en charbon se trouve contenu celui des matières azotées, etc., et que s'il y a quelque perte par formation d'acide carbonique et d'oxyde de carbone pendant la carbonisation, il y a compensation ou à très peu près.

3° Quoi qu'il en soit, supposons que le bois ne contienne que 90 environ pour 100 de *cellulose pure* ; *supposons que M. Arnould, par impossible, la transforme tout entière en matière gommeuse soluble* ; M. Arnould est encore dans l'erreur, car :

1° 90 kilogrammes de matière gommeuse donneront, *en théorie*, 99 kilogrammes de glucose si l'on assimile la cellulose à l'amidon, selon la proportion :

$$100 : 110 :: 90 : x = 99.$$

Cela n'existe jamais *en pratique*, mais nous tenons à faire la part belle à la nouvelle allégation.

2° 99 kilogrammes de glucose ne peuvent donner, *en théorie*, que $50^{kil},61$ d'alcool selon la proportion :

$$100 : 51,12 :: 99 : x = 50,61.$$

3° *Ce chiffre ne correspond qu'à* $63^{lit},09$, ET NON A DEUX HECTOLITRES.

On intitule le rêve éblouissant de M. Arnould un *procédé industriel;* à ce titre, il doit être pratique. Voyons ce que dit la pratique :

1° 90 kilogrammes de cellulose ne donneront pas plus de 70 kilogrammes de glucose, à raison de la perte causée par la production abondante d'acide sulfo-saccharique ou végéto-sulfurique et par la neutralisation ;

2° 70 kilogrammes de glucose ne donneront pas plus de 23lit,02 d'alcool absolu, suivant la proportion admise par M. Payen lui-même, qui n'accorde qu'un rendement de 25 litres pour 100 kilogrammes de mélasse, lesquels contiennent cependant 76 kilogrammes de sucre cristallisable ou de glucose ;

3° 23lit,02 d'alcool pur sont équivalents à 32lit,73 de 90° ou alcool commercial, *et il y a loin de* 32 *ou* 33 *litres à* 200 !

M. Arnould et autres NE SE TROMPENT QUE DES CINQ SIXIÈMES ! *au point de vue de la pratique, bien entendu.*

Si nous sommes entré dans le débat de cette affaire, c'est que nous ne pouvons garder le silence en présence d'un intérêt général compromis; c'est que se taire serait une faute, et qu'une telle situation ne serait pas acceptable. Nous croyons de notre devoir de relever des affirmations aussi erronées, qui peuvent conduire à de funestes conséquences, en abaissant la science et en compromettant la pratique.

M. Arnould lui-même n'a réussi qu'à demi ; ses essais en grand ont échoué, et il n'est parvenu qu'à pro-

duire du charbon, quand il a voulu opérer sur des quantités appréciables.

Voici un aperçu des frais de cet alcool si avantageux.

FRAIS DE PRODUCTION ET PRIX DE REVIENT DE L'ALCOOL FABRIQUÉ AVEC LA SCIURE DE BOIS.

1° Sciure de bois, 100 kil.	1 fr.	» c.
2° Frais de dessiccation	0	50
3° Perte par évaporation, 25 pour 100	0	25
4° Acide sulfurique, 82 kil. 5 à 22 fr. le 100.	18	15
5° Craie, 85 kil. à 3 fr. le 100	2	55
6° Manipulation	3	50
7° Fermentation, distillation	5	50
Total	31 fr.	45 c.

D'après ce tableau, calculé au minimum, le prix de revient du litre de 90° *infect* serait de 95 centimes, sans compter les frais de rectification, etc., qui le porteraient au moins à 1 fr. 25 cent.

Mieux vaudrait employer la betterave ou toute autre chose que de si magnifiques inventions, belles sur le papier ou dans des articles de journaux, mais inabordables en pratique.

Une autre personne, M. Tribouillet, a eu l'heureuse idée, en appliquant la découverte de Braconnot, de diminuer le prix de revient en employant l'acide végéto-sulfurique à la fabrication des savons. Sous ce rapport, c'est un pas, un progrès. En attendant que les espérances conçues soient réalisées, nous ne pouvons nous empêcher de répéter ici ce qui est pour nous un objet de profonde conviction, c'est que l'al-

coolisation n'est pas, ne peut pas être une industrie manufacturière, mais qu'elle est et doit être une industrie tout agricole.

Nous bornons à ces observations ce que nous avons à dire sur l'alcoolisation spéciale des diverses matières transformables, certain que nous sommes de la réussite absolue qui suivra toutes les opérations dans lesquelles on se conformera aux principes généraux tracés dans cet ouvrage. Ils ne nous appartiennent pas tous et nous avons emprunté à l'expérience des hommes illustres qui ont honoré la science française tout ce que leurs ouvrages nous ont offert de sérieux relatif à notre objet. Nous allons arriver à la fin de notre tâche, heureux si nous avons pu faire un travail utile, exempt des préventions systématiques contre lesquelles nous nous sommes élevé.

Il nous reste à étudier maintenant les principaux appareils distillatoires et à examiner la marche à suivre pour les bien conduire ; c'est là ce qui fait l'objet du paragraphe suivant.

---

§ XIV. — Des appareils et de la manière de les diriger.

Les longues descriptions d'appareils que l'on rencontre dans les auteurs nous ayant paru un hors-d'œuvre, nous nous bornerons, dans ce paragraphe, à quelques mots sur les plus importants.

A. — Appareil ancien. (Pl. IV, fig. 1.)

Nous avons déjà dit quelque chose de cet appareil

dans notre première partie : il se compose d'une *chaudière* ou *cucurbite* A, montée sur le foyer F d'un fourneau de briques. Cette cucurbite est surmontée d'un chapiteau B qui s'y adapte et va communiquer avec le serpentin S à l'aide de son allonge inclinée. Un récipient R reçoit le produit de la distillation, et de l'eau froide contenue dans un vase C va couler au fond du réfrigérant par l'entonnoir D, tandis qu'un autre vase E reçoit l'eau échauffée qui s'écoule à la partie supérieure.

Conduite de l'appareil. — On remplit aux deux tiers la cucurbite A à laquelle on adapte le chapiteau B dont l'allonge va se joindre exactement au serpentin et on *lute* avec soin les jointures. On chauffe alors de manière à arriver graduellement à l'ébullition ; alors on maintient un feu constant dans le foyer, afin d'éviter les brusques changements de température. On reconnaît que la distillation est terminée, lorsque le liquide, qui s'écoule dans le récipient, ne marque plus au pèse-alcool, ou qu'il ne s'enflamme plus au contact d'une allumette enflammée quand on en verse sur le chapiteau. On arrête alors le feu ; puis on enlève le chapiteau pour vider la cucurbite, la remplir de nouveau et recommencer une autre opération, ou une autre *chauffe*.

Cet appareil, laissant condenser les vapeurs d'eau avec la vapeur d'alcool, ne donne que des eaux-de-vie faibles ou *petites eaux*, que l'on est souvent obligé de rectifier plusieurs fois pour obtenir le degré cherché. Quand on rectifie des eaux-de-vie de table, on emploie

un *bain-marie*. Dans ce cas, le vase qui contient le produit à rectifier se place dans la cucurbite qui contient de l'eau; on adapte le chapiteau, et l'opération a lieu de la même manière. Il faut munir la cucurbite d'un tube de sûreté, qui puisse donner dégagement à la vapeur et garantir contre toute explosion.

B. — Appareil d'Édouard Adam.

En 1800, Édouard Adam construisit, sur l'idée de l'appareil de Woolf, un ingénieux appareil à l'aide duquel on pouvait obtenir tous les degrés ; il se composait essentiellement d'une chaudière, surmontée d'un chapiteau en forme de colonne, dans lequel étaient placés des plateaux, pleins ou percés de trous, en nombre arbitraire, selon la hauteur de la colonne. Au sommet de cette colonne, un tuyau courbe recevait les vapeurs et les conduisait dans un autre cylindre, contenant également des plateaux ou calottes métalliques ; de là les vapeurs se dirigeaient dans un autre cylindre analogue, puis dans un double système de serpentins, où elles se condensaient pour être reçues, à l'état liquide, dans un récipient convenable. Les deux cylindres intermédiaires étaient placés dans une cuve d'eau froide, et les phlegmes condensés retournaient à la chaudière.

Isaac Bérard prit, en 1805, un brevet pour un appareil reposant sur la même idée que celui d'Adam, et malgré le procès qui en résulta, les deux appareils ont été longtemps en vogue, soit isolés, soit combinés,

le condensateur de Bérard étant, en quelque façon, le complément nécessaire de l'idée d'Adam.

Voici comment l'illustre Chaptal s'exprime au sujet de ces deux appareils, dans son remarquable *Traité de chimie appliquée à l'agriculture* :

« Un appareil chimique, par le moyen duquel on fait passer des vapeurs ou des gaz à travers des liquides pour les en saturer, a donné à Édouard Adam la première idée de son appareil de distillation.

» La connaissance du fait que les vapeurs aqueuses se condensent à un degré de chaleur qui ne peut pas opérer la condensation des vapeurs alcooliques, lui a fourni le moyen de compléter son appareil. L'appareil chimique lui a suggéré l'idée de conduire, à l'aide d'un tube de cuivre, les vapeurs qui s'élèvent d'une chaudière de vin placée au foyer du fourneau dans une nouvelle chaudière remplie de vin, pour y déposer leur chaleur et porter le liquide à l'ébullition ; les vapeurs qui s'élèvent de celle-ci peuvent être portées dans une troisième, où le vin ne tarde pas à se mettre en ébullition ; de sorte qu'il suffit d'entretenir le feu sous une chaudière et de transmettre la vapeur alcoolique dans le vin contenu dans deux et trois autres chaudières bien closes, pour opérer la distillation dans toutes. Cette manière de transmettre la chaleur est aujourd'hui pratiquée dans plusieurs ateliers étrangers à la distillation, et c'est ce qu'on appelle *chauffer à la vapeur*.

» Par ce moyen, Édouard Adam obtenait déjà une grande économie de combustible, et il était sûr d'avoir

des vapeurs alcooliques qui ne pouvaient en aucun temps sentir le brûlé. Il gagnait encore sur le temps et sur la main-d'œuvre, attendu qu'un ouvrier qui ne soignait qu'un fourneau produisait de plus grands résultats que s'il n'eût fait qu'évaporer dans une chaudière.

» C'était déjà beaucoup, sans doute, mais ce n'était pas encore assez : il fallait trouver le moyen de séparer les vapeurs aqueuses des vapeurs alcooliques, pour avoir les dernières dans leur plus grand degré de pureté possible, et c'est ce qu'il a fait en appliquant à son appareil le second principe que nous avons déjà posé.

» Faisons passer, s'est-il dit, les vapeurs alcooliques qui sortent de la dernière chaudière, dans des vases qui soient immergés dans un bain d'eau froide, la vapeur aqueuse s'y condensera, et je pourrai la ramener dans les chaudières pour y être redistillée, tandis que la vapeur alcoolique sortira de ces vases sans s'y condenser, et ira jusqu'au serpentin, où elle subira sa condensation.

» En partant de ce raisonnement, établi sur des faits positifs, il a adapté un tube à la partie supérieure de la dernière chaudière. Ce tube conduit les vapeurs dans un premier condensateur sphérique, baigné par l'eau ; là, une partie des vapeurs aqueuses se résout en liquide, et ce liquide est porté par un tuyau dans le vin de la première chaudière, pour y être redistillé et dépouillé d'une légère portion d'alcool qui y est dissoute ; les vapeurs qui ne peuvent pas se condenser

dans ce premier vase passent dans un second, où il s'opère une condensation nouvelle, attendu que la température y est moins élevée ; de ce second elles passent dans un troisième et dans un quatrième, et ce qui se condense se rend, comme nous venons de le dire, dans la chaudière, pour qu'une nouvelle distillation enlève tout ce qui y reste de spiritueux.

» La vapeur, en traversant les condensateurs, perd peu à peu sa chaleur ; l'eau se précipite ; l'alcool se purifie, il se dépouille de presque toute l'eau qui s'était élevée avec lui par l'évaporation, et lorsqu'il arrive au serpentin, il se condense et marque le plus haut degré de spirituosité.

» On voit, par ce qui précède, que, d'après ce procédé ingénieux, on peut obtenir à volonté, et par une seule opération, tous les degrés de spirituosité alcoolique du commerce. Chaque condensateur donne un degré différent, et en retirant successivement le produit de chacun, on a des degrés qui varient depuis l'eau-de-vie jusqu'à l'alcool le plus pur. On peut encore diriger les vapeurs dans le serpentin sans les faire passer par l'intermédiaire des condensateurs, et alors on obtient le degré qui forme la bonne eau-de-vie du commerce.

» Tels sont les principes qui constituent éminemment le procédé d'Édouard Adam ; mais, indépendamment de l'application de ces principes, il a ajouté des améliorations qui rendent son appareil plus parfait.

» 1° A l'aide de robinets et de tuyaux, il dirige à volonté la vapeur dans un petit serpentin d'essai,

pour y opérer la condensation et juger du degré de spirituosité, toutes les fois qu'il le trouve convenable.

» 2° Il a interposé un serpentin entre les condensateurs et le serpentin à eau ; il fait baigner dans le vin le serpentin supérieur, et par ce moyen, le vin y prend un degré de chaleur qui hâte son ébullition lorsqu'on en remplit les chaudières. Le premier serpentin condense la vapeur alcoolique de manière que l'alcool coule liquide dans le second serpentin, et échauffe peu le bain d'eau dans lequel ce second serpentin est plongé.

» Il résulte de ces dispositions trois principaux avantages : le premier, de chauffer sans aucune dépense le vin qu'on va distiller ; le second, de n'être pas obligé de renouveler l'eau du serpentin ; le troisième, d'obtenir constamment de l'alcool froid, et d'éviter toute déperdition ou évaporation.

» M. Édouard Adam forma de suite plusieurs grands établissements d'après ces principes, à Cette, à Toulon, à Perpignan, etc., et s'assura d'un brevet d'invention pour jouir en sûreté du fruit de sa découverte.

» Mais ces succès éveillèrent bientôt l'attention des autres distillateurs ; ses résultats étaient tels, que ces derniers ne pouvaient plus concourir avec lui : dès lors on fit des essais partout, ou pour imiter ou pour varier ce procédé.

» C'est surtout en partant de l'idée fondamentale que le degré de température auquel se condensaient les vapeurs aqueuses, était insuffisant pour condenser

les vapeurs alcooliques, qu'on fit le plus de tentatives. Les appareils construits par Édouard Adam étaient immenses et très coûteux; on chercha à en réduire les dimensions et à les mettre à la portée du plus grand nombre.

» Isaac Bérard, du Grand-Gallargues (département du Gard), produisit peu de temps après un appareil plus simple, qui obtint la préférence sur celui d'Adam. Au lieu de coiffer la chaudière d'un chapiteau, comme on le pratiquait anciennement, il la surmonta d'un cylindre, dont l'intérieur est divisé en compartiments qui communiquent entre eux par de petites ouvertures; les vapeurs qui s'élèvent du vin en ébullition sont transmises dans ces *chambres* où elles se dépouillent d'une portion aqueuse, qui se rend dans la chaudière par le moyen de conduits, et les vapeurs alcooliques passent dans un condensateur cylindrique qui plonge dans un bain d'eau; ce condensateur est divisé intérieurement par des diaphragmes en lames de cuivre, qui en font quatre à cinq *chambres* communiquant entre elles par des ouvertures, de sorte qu'on peut à volonté les laisser parcourir toutes par la vapeur avant qu'elle arrive au serpentin, ou la renvoyer au serpentin après qu'elle a passé par deux ou trois. Les vapeurs se déphlegment de plus en plus en traversant les chambres, de sorte que lorsqu'elles se sont ensuite condensées dans le serpentin, l'alcool marque 36 à 38 degrés; tandis que si l'on dirige les vapeurs dans le serpentin sans les faire passer dans les chambres du condensateur, l'alcool marque de 20 à 25 degrés

intermédiaires en faisant parcourir aux vapeurs plus ou moins de chambres.

» L'appareil de Bérard parut si simple et si avantageux qu'il fut généralement adopté : Édouard Adam en attaqua l'auteur comme contrefacteur ; des procès dispendieux, qu'il fut forcé de soutenir contre Bérard et beaucoup d'autres, le détournèrent de ses occupations, et cet homme, à qui on doit presque l'art de la distillation, est mort de chagrin et dans un état voisin de la misère.

C. — Appareil de Cellier de Blumenthal.

» A peu près dans le même temps, M. Cellier de Blumenthal conçut l'idée heureuse de multiplier presque à l'infini les surfaces du vin soumis à la distillation, pour économiser du temps et du combustible. En conséquence, il fit circuler les vapeurs qui s'échappent de la chaudière, sous de nombreux plateaux placés les uns sur les autres, et contenant chacun une couche de vin d'environ un pouce d'épaisseur. Ces plateaux sont sans cesse alimentés par le vin chaud, qui coule de l'un à l'autre en laissant évaporer l'alcool ; le résidu se rend dans la chaudière où se termine la distillation. Le vin, dépouillé de tout l'alcool, s'échappe sans interruption de la chaudière par une ouverture latérale. »

D. — Appareil Derosne.

M. Derosne s'efforça, pendant plusieurs années, d'améliorer l'appareil de Cellier, dont il avait acquis

la propriété ; voici la description abrégée de son système, empruntée à M. Julia de Fontenelle, et dont nous n'avons pas donné la figure par la raison que MM. Laugier et Egrot ayant apporté une simplification extrême à la combinaison des parties de l'appareil distillatoire, il nous a paru convenable de nous borner à décrire tout au long leurs ingénieuses dispositions.

« L'appareil Derosne se compose :

» 1° de 2 chaudières ;
» 2° 1 colonne distillatoire ;
» 3° 1 rectificateur ;
» 4° 1 condensateur chauffe-vin ;
» 5° 1 réfrigérant ;
» 6° 1 seau de vidange, ou régulateur d'écoulement, garni d'un robinet à flotteur ;
» 7° 1 réservoir.

» Pour mettre cet appareil en fonction, on commence par remplir du liquide à distiller la première chaudière, au moyen de la douille qui y est jointe ; on en verse jusqu'à la hauteur de 54 ou 81 millimètres (2 ou 3 pouces) au-dessous de la partie supérieure de l'indicateur de verre qui y est adapté. On en fait autant pour la deuxième chaudière, mais on en verse jusqu'à la hauteur de 162 millimètres (6 pouces) au-dessus de son robinet de décharge. Les choses étant ainsi disposées, et le réservoir ainsi que le régulateur étant remplis, on ouvre le robinet qui verse dans l'entonnoir du réfrigérant ; ce vase étant plein, et d'ailleurs

parfaitement clos de toutes parts, le liquide s'élève par un tube, qui vient se décharger dans la partie supérieure du condensateur, et le remplit en totalité. Le trop-plein s'écoule dans la colonne distillatoire. La disposition intérieure de cette colonne est telle que le liquide tombe en forme de cascade sur une série de plateaux qui se trouvent fixés sur un axe commun. Il parvient ainsi, de proche en proche, jusqu'à la deuxième chaudière, et l'on est averti de son arrivée par l'élévation du niveau dans le tube indicateur; alors on ferme le robinet du régulateur, et l'on allume le feu sous la première chaudière.

» Avant de donner la marche de cet ingénieux procédé, il est bon de décrire brièvement la construction de chacune des pièces qui entrent dans la composition de l'appareil. Déjà nous avons dit en quoi consiste la construction de l'intérieur de la colonne, et nous devons ajouter que les douilles sont de simples ouvertures destinées à faciliter le nettoyage intérieur de la colonne, qui doivent être fermées avec des bondons entourés de filasse, pendant tout le cours de l'opération.

» Le *rectificateur* est absolument composé de la même manière que le reste de la colonne dont il fait partie; il ne reçoit point le liquide réfrigérant du condensateur, mais bien celui qui se produit dans les premières hélices, et il leur transmet en échange ses vapeurs et une partie de celles qu'il reçoit de la colonne.

» Le *condensateur* est un cylindre de cuivre qui

contient un serpentin à hélices verticales, qui communiquent individuellement, au moyen de tubes, à un canal commun, incliné de manière à pouvoir écouler le produit total dans le tuyau qui conduit au réfrigérant. Mais le canal est annexé à des tubes, qui permettent le rappel dans le rectificateur des portions condensées dans les hélices. Ce rappel peut être rendu total ou partiel à l'aide des robinets. La capacité intérieure de ce vase est divisée en deux parties égales au moyen d'un diaphragme, au bas duquel on a ménagé une ouverture de communication entre ces deux parties. Cette disposition est établie dans la double intention d'envelopper les premières hélices d'un liquide assez chaud pour ne permettre que la condensation des vapeurs les plus aqueuses, et de ne déverser dans la colonne qu'un liquide presque bouillant. En effet, le vin arrive dans le chauffe-vin, où il s'échauffe modérément et également, au moyen d'une précaution particulière : de là il s'écoule par l'ouverture inférieure du diaphragme dans la seconde partie du chauffe-vin, partie où il prend une plus grande élévation de température ; et comme les parties les plus échauffées, spécifiquement plus légères que les autres, viennent occuper la partie supérieure de cette capacité, il s'ensuit que ce sont toujours celles-là qui affluent dans la colonne.

» Quant au *réfrigérant*, c'est un serpentin ordinaire entièrement enfermé dans un manchon de cuivre.

» Supposons maintenant qu'on allume le feu sous la première chaudière, et voyons ce qui va se succéder

dans chacune des parties. Il est clair, d'abord, qu'aussitôt que le vin bouillira dans cette première chaudière, les vapeurs iront, au moyen du tube de communication, qui plonge dans le liquide même, se condenser dans la seconde chaudière, qui ne tardera pas elle-même à entrer en ébullition, parce qu'elle reçoit en outre l'excédant de la chaleur du fourneau. La vapeur qui sort n'a d'autre issue que la colonne, elle y pénètre donc, échauffe la liqueur qu'elle trouve sur son passage, se condense en partie, tandis que le reste parvient aux régions supérieures, puis au *rectificateur*, de là dans le *condensateur*, enfin dans le *réfrigérant*, si elles n'ont pu être coercées précédemment. Lorsque l'appareil est en pleine activité et que les robinets sont ouverts, ce qui doit être fait aussitôt que le condensateur est assez chaud pour qu'on n'y puisse plus tenir la main, époque à laquelle la distillation continue, le vin du réfrigérant devient tiède à la partie supérieure, puis il s'échauffe plus fortement à mesure qu'il parcourt les deux divisions du condensateur, et il finit par tomber presque bouillant dans la colonne, où il se trouve en contact immédiat avec les vapeurs qui montent de la chaudière. Le nouveau degré de température qu'il y reçoit le fait se dépouiller, pendant sa chute, des vapeurs alcooliques qu'il contient, et il entraîne avec lui la portion des vapeurs aqueuses qui se sont condensées par le refroidissement qu'il a produit. Lorsque l'opération est bien réglée, le liquide qui arrive dans la deuxième chaudière ne contient plus d'alcool ; mais comme il

se peut qu'on fasse par négligence descendre le vin trop précipitamment, alors il achève de se dépouiller par l'ébullition, soit dans la deuxième, soit dans la première chaudière, et c'est là ce qui constitue le principal et unique avantage de celle-ci.

» Observons maintenant que ce qui se passe dans la première colonne se répète dans le rectificateur qui est au-dessus, et qu'à mesure que les vapeurs montent davantage, elles deviennent d'autant plus riches en alcool, et cela par la raison toute simple que l'abaissement successif de température qu'elles subissent, détermine sans cesse la condensation d'une portion des vapeurs aqueuses qu'elles renferment ; et comme, de leur côté, les vapeurs aqueuses, en se condensant, échauffent assez le liquide alcoolique qu'elles concentrent pendant leur ascension, pour produire la volatilisation de cet alcool, il s'ensuit que les vapeurs vont toujours en se dépouillant de leur eau, et en s'enrichissant de l'alcool contenu dans le liquide qu'elles rencontrent. Les vapeurs une fois parvenues dans le condensateur, l'eau et l'alcool ne peuvent plus faire entre eux cet échange de calorique qui s'effectuait dans le rectificateur ; mais comme par la disposition des choses, les premières hélices que les vapeurs parcourent sont environnées d'un liquide plus chaud que celui qui enveloppe les hélices suivantes, il en résulte encore que, chemin faisant, elles font toujours plus de progrès vers une plus grande rectification, de telle sorte que les vapeurs qui arrivent intactes jusqu'au tube conducteur, ne peuvent

être que de l'alcool très déflegmé, puisqu'elles ont résisté à une moindre température. En effet, il en est ainsi quand on a eu la précaution d'ouvrir les robinets pour déterminer le retour dans le rectificateur des produits condensés dans les hélices. On conçoit que si, au lieu d'ouvrir tous les robinets, on n'ouvre que ceux qui communiquent avec les premières hélices, alors leur produit, qui est le plus aqueux, retournera seul dans le rectificateur, tandis que l'autre s'écoulera dans le réfrigérant, et ira s'ajouter au résultat de la condensation des vapeurs les plus alcooliques qui y parviennent. On peut donc à volonté, au moyen de ce condensateur, obtenir de l'alcool à tous les degrés, avec plus de facilité que par l'appareil d'Edouard Adam, et l'on voit qu'il supplée parfaitement à cette série de vases dont il présente tous les avantages sans en avoir les inconvénients. L'expérience a démontré qu'en général pour obtenir le 3/6 du commerce qui correspond à 33 degrés de l'aréomètre ou à 83 degrés de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac, il fallait fermer les premiers robinets et laisser ouvert le dernier seul. On peut atteindre à un degré plus fort, en diminuant la température du condensateur, et en laissant tous les robinets ouverts. Il est toujours convenable, dans le principe de l'opération, de chasser une certaine quantité de vapeurs, afin de laver les conduits et entraîner toutes les portions qui, par leur séjour, pourraient avoir contracté un mauvais goût, et de ne commencer à recueillir que lorsque le produit en est débarrassé.

» Il est à remarquer que deux causes principales contribuent à donner une mauvaise saveur aux esprits. Il se développe pendant la fermentation de la plupart des substances sucrées, une certaine quantité d'une huile essentielle d'un goût plus ou moins désagréable. Cette huile, qui est très volatile, accompagne les premières vapeurs, et c'est une raison de plus pour ne pas les mêler avec les autres produits. Nous ajoutons à cela qu'une autre portion de cette même huile essentielle y est isolée et non plus combinée, ainsi que dans le cas précédent; et, comme par sa nature particulière, elle est moins volatile que l'alcool, ces portions n'accompagnent que les dernières vapeurs, et c'est là le grave inconvénient qu'on éprouve en recueillant des produits trop faibles, car non-seulement les petites eaux sont d'un goût détestable, mais elles infectent tous les conduits qu'elles parcourent. Ces explications ont paru suffisantes à Robiquet pour démontrer que le système de continuité ne peut pas s'appliquer à la rectification, puisqu'il n'y aurait pas assez d'eau pour condenser les vapeurs, et que, d'ailleurs, ces premières et ces dernières portions qu'on a besoin de séparer, se trouveraient nécessairement confondues dans ce mode d'opérer, à moins cependant qu'on n'étende la liqueur à rectifier d'une assez grande quantité d'eau pour qu'elle ne soit pas plus riche en alcool que le vin le plus généreux, c'est-à-dire qu'elle contienne environ 1/5 de son volume d'eau-de-vie à 22 degrés. L'appareil de M. Derosne peut s'appliquer aisément à la rectification sans con-

tinuité; il suffit pour cela de remplir le réservoir, le réfrigérant et le condensateur avec l'eau au lieu de vin, et de déluter le tube qui servira alors à déverser l'eau la plus chaude, à mesure qu'elle y parviendra. »

E. — Appareil Laugier. (Pl. IV, fig. 2.)

Il est à remarquer que dans l'appareil de Cellier, on faisait une certaine perte d'alcool par l'écoulement constant de la vinasse, qui ne se trouvait pas complétement dépouillée de tout son alcool. M. Derosne, comme nous venons de le voir, modifia l'appareil de son cessionnaire, de manière à ce que l'écoulement, restant continu pour le vin à distiller, fût intermittent pour la vinasse, afin que l'ébullition achevât d'enlever à celle-ci les dernières parties d'alcool qu'elle peut retenir.

L'appareil de M. Laugier est également continu pour le vin et intermittent pour la vinasse; il se compose de :

1° Deux chaudières;

2° Un rectificateur;

3° Un serpentin.

On voit déjà la grande simplification apportée dans l'ensemble; mais il est bien plus aisé d'en juger en suivant la marche de l'opération et en examinant les détails de l'appareil.

La chaudière A est montée sur un foyer P dont la chaleur se dirige en outre en Q Q′ Q″, et échauffe la seconde chaudière B qui est placée à une certaine

hauteur, afin que le liquide qu'elle contient puisse être dirigé en A par le robinet de communication.

De la chaudière A, part un tube F, qui conduit la vapeur vers le fond de la chaudière B : un autre tube H part de celle-ci pour conduire la vapeur dans le rectificateur C ; là il se divise en sept tronçons d'hélice, dans lesquels les vapeurs aqueuses se condensent avec un peu d'alcool. La portion condensée descend par la partie inférieure des tronçons vers un tube commun I, qui la ramène dans la chaudière B, tandis que la vapeur, continuant sa route, passe par le tube J dans le serpentin du réfrigérant D, où elle se condense, et sort par le tube M pour être reçue dans un récipient.

Marche de l'appareil. On ouvre le robinet du réservoir E, et le liquide s'introduit dans le réfrigérant par l'entonnoir L; de là il passe par le tube K dans le rectificateur C, qu'il remplit également, puis par le tube G dans la chaudière B. Aussitôt que le liquide est arrivé à la première marque de l'indicateur de niveau R, on ferme le robinet du réservoir E, puis on remplit aux deux tiers ou aux trois quarts la chaudière A, et l'on porte à l'ébullition jusqu'à ce que le liquide soit réduit à la moitié ou au tiers de son premier volume dans la chaudière A. On fait alors écouler la vinasse par le robinet de décharge adapté à cette chaudière, puis on le ferme et l'on ouvre celui qui fait communiquer les deux chaudières. A se remplit comme auparavant et l'on ferme le robinet intermédiaire. On ouvre alors celui du réservoir E, que l'on ne ferme

plus, et quand la seconde chaudière B est remplie aux deux tiers ou aux trois quarts, on évacue la vinasse de la chaudière A, que l'on remplit ensuite en ouvrant le robinet intermédiaire. En sorte que l'opération se continue toujours de manière à vider la chaudière A lorsque celle B est presque pleine, et à remplir A avec le liquide contenu en B.

F. Appareil Laugier, modification Egrot.

L'appareil Laugier, si simple déjà, a encore été avantageusement modifié par un habile fabricant. M. Egrot, dont la spécialité est la construction des appareil distillatoires (1) et qui a su apprécier les mérites et les défauts de la plupart des systèmes, a compris la possibilité de supprimer le *rectificateur* et de n'employer que trois vases au lieu de quatre pour l'ensemble de l'appareil. La planche V donne une idée exacte de cette heureuse modification, dans laquelle la colonne à distiller se trouve placée au sommet de la seconde chaudière B, au lieu de constituer un vase à part.

Les chaudières sont représentées dans la gravure,

(1) M. Egrot fils, faubourg Saint-Martin, 266, à Paris, nous a paru joindre à toute l'habileté désirable le désir le plus vif de faire cesser la hausse exorbitante des prix, par laquelle certains industriels semblent avoir pris à tâche d'entraver la distillation agricole. Aussi nous sommes heureux de pouvoir recommander sa maison à tous ceux de nos lecteurs qui auraient à former un établissement d'alcoolisation.

comme devant être alimentées par la vapeur et par conséquent, on a supprimé le foyer, la cheminée, etc.; mais on peut employer pour moyen de calorique, le feu nu ou la vapeur à volonté.

La chaudière A est semblable à celle de M. Laugier; le tube indicateur de niveau porte à la partie supérieure un petit robinet et communique en bas avec la partie cylindrique du robinet de vidange afin d'éviter les accidents en cas de rupture; *g* est une boîte à vis qui permet de nettoyer commodément la chaudière, s'il y a lieu.

La forme du chapiteau *a* facilite l'entrée de la vapeur dans le col de cygne *d* qui va plonger vers le fond de la chaudière B pour y conduire la vapeur alcoolique.

Le tube indicateur de niveau de la seconde chaudière, est en tout semblable à celui de la chaudière A. Celle B est également munie d'une boîte à vis pour le nettoyage, et elle est terminée à sa partie supérieure par une colonne distillatoire qui remplace le rectificateur de Laugier. Au sommet de cette colonne se trouve un col de cygne *c*, conducteur de la vapeur qui arrive dans une lanterne placée sur la troisième partie C de l'appareil et dont le but est de porter le vin à une température très élevée. Le tube *ee* est destiné à reporter à la chaudière B les petites eaux qui retiennent de l'alcool. Le réfrigérant est divisé en deux parties : l'une, C, refroidie par le vin qui y arrive à l'aide d'un entonnoir; l'autre, D, refroidie par de l'eau renouvelée. Le serpentin n'est pas interrompu,

grâce au raccord *f* qui en réunit les deux parties.

Cet appareil, dans lequel M. Egrot a su joindre l'économie de prix et de local à une ingénieuse disposition, donne du premier coup des eaux-de-vie à 50 degrés, que l'on doit rectifier dans l'appareil lui-même, si l'on n'a pas de rectificateur spécial, quand on veut les amener à 90 ou 94 degrés ; mais dans une distillerie agricole, on peut s'en tenir à ce système simple qui exige peu de place, et dont la conduite est exactement la même que celle de l'appareil Laugier.

Il va sans dire qu'il serait à désirer que l'on appliquât la vapeur à la distillation, et il est impossible que l'aperçu des avantages réels de ce moyen de produire le calorique ne conduise pas à en adopter l'emploi.

L'économie de combustible est notable, et les chances d'incendie sont considérablement diminuées, puisqu'il n'y a plus qu'un seul foyer au lieu de plusieurs disséminés comme dans les distilleries ordinaires.

Quant à la plus grande régularité du travail, elle est incontestable. Un appareil marchant à feu nu est exposé à des intermittences causées par un foyer mal réglé ; les coups de feu sont fréquents et l'on est assez longtemps à bien régler la marche de l'appareil. Au contraire, lorsqu'on chauffe par la vapeur, il suffit de régler le robinet qui en permet le passage pour obtenir tous les bons résultats désirables et l'on n'a plus à s'occuper que d'un seul foyer, celui du générateur, qui n'exige que peu de soins.

Nous ne pouvons trop en conseiller l'emploi, par-

tout où ce sera chose possible, et pour la rectification en particulier son usage est incontestablement supérieur quand on veut obtenir des *esprits bon goût.*

G. — Appareil Egrot (Pl. VI).

M. Egrot ne s'est pas arrêté à cette utile simplification du système de M. Laugier; il a créé lui-même un appareil du plus grand mérite, dont la planche VI indique les détails.

La planche représente une distillerie complète, munie d'un appareil pouvant opérer en vingt-quatre heures sur 1200 kilogrammes de betteraves.

A. Colonne à distiller; cette colonne peut se composer de 3, 4 et 5 plateaux, suivant les quantités de vin que l'on veut distiller, et d'après leur organisation, ils peuvent distiller des quantités considérables, telles que 90 et 100 hectolitres par vingt-quatre heures; il faut remarquer que pour opérer sur d'aussi grandes quantités, M. Egrot n'emploie que 6 plateaux au plus, tandis que dans les appareils belges, il en faut 18 et 20; les jus fermentés sortant de cette colonne sont parfaitement épuisés, il ne reste plus aucune trace d'alcool dans les vinasses.

a. Col de cygne conduisant les vapeurs de la colonne dans le chauffe-vin; *b*, tuyau amenant les vins chauds du chauffe-vin dans la colonne.

B. Chauffe-vin dans les conditions particulières, que nous avons indiquées pour l'appareil précédent.

C. Réfrigérant dans les conditions ordinaires.

c. Tube portant les flegmes dans une cuve inter-

médiaire, laquelle alimente à volonté la chaudière à rectifier.

E. Chaudière à rectifier, soit de tôle, soit de cuivre ; elle est munie d'un trou d'homme pour pouvoir la nettoyer à volonté, et dans le fond se trouve un serpentin ou spirale pour la chauffe.

F G. Deux colonnes de rectification ; on en met plus souvent trois, et quand l'appareil est grand, on monte la colonne par tronçons. Il est utile que les plateaux contenus dans cette colonne soient toujours bien propres pour obtenir de bons produits alcooliques.

H. Chauffe-vin rectificateur.

I. Réfrigérant.

Dans un appareil à rectifier ainsi disposé et bien conditionné, on peut obtenir dans toutes proportions des alcools à 95 degrés ; et la marche à suivre est la même que celle des appareils à distillation continue avec écoulement intermittent de la vinasse.

M. Egrot a certainement bien mérité de l'alcoolisation, par l'application constante avec laquelle il s'est occupé de rechercher toutes les modifications avantageuses à cet art important. Nous ne pouvons que l'en féliciter en engageant les distillateurs à adopter son système, un des meilleurs, sans contredit, qui aient paru jusqu'à présent.

Examinons maintenant brièvement quels peuvent être les inconvénients et les dangers qui peuvent accompagner la pratique de la distillation, en recherchant les moyens d'y porter remède.

§ XV. — Accidents de la pratique.

Les accidents les plus ordinaires qui se présentent dans la distillation, sont :

1° Les dangers d'incendie ;

2° Les fuites des appareils ;

3° Le défaut d'épuisement des liquides à distiller ;

4° Le défaut de condensation des vapeurs ;

5° Les parties salines dissoutes dans les produits ;

6° Les émanations infectes et les inconvénients des vinasses.

A. — Dangers d'incendie.

La vapeur d'alcool étant plus dense que l'air et très inflammable, les distilleries présentent toujours des chances d'incendie et surtout quand les vapeurs sont mal condensées. Il faut, autant que possible, ne distiller que le jour, ne pas approcher de lumière des points où sort l'alcool, ni des réservoirs où on le conserve ; séparer les différentes pièces du local par des cloisons et surtout celle où se fait la rectification, qui ne doit pas être mise, même accidentellement, en contact avec des vapeurs enflammées. L'emploi de la lampe de Davy est indispensable dans tous les cas où l'on doit travailler la nuit, et quand on a à circuler dans les locaux où il peut se trouver des vapeurs alcooliques.

B. — Fuites des appareils.

Les fuites de vapeurs occasionnent une perte d'abord et sont en outre une cause d'incendie. On y obvie par la bonne application d'un *lut* convenable, par l'excellente confection des appareils, surtout à tous les points qui exigent des soudures. C'est là principalement que se doit porter l'attention quand on fait l'acquisition d'un appareil.

C. — Défaut d'épuisement des liquides a distiller.

Cette chance de perte est bien amoindrie dans le système de M. Laugier et dans celui de M. Egrot. Elle existe particulièrement dans les appareils anciens. On ne doit arrêter l'opération que lorsque le liquide marque 0 ou 1 degré, tout au plus, au pèse-alcool, et qu'il ne donne plus de vapeurs inflammables.

D. — Défaut de condensation des vapeurs.

Cet accident n'a lieu que lorsque les réfrigérants ne sont pas convenablement refroidis, ou encore lorsqu'il se produit un dégagement excessif de vapeurs sous l'action d'un *coup de feu*.

C'est donc à bien refroidir les vapeurs et à bien régler le feu qu'il faut s'appliquer. On a remarqué que les liquides fermentés opèrent moins la condensation que l'eau froide ; aussi M. Egrot a-t-il paré à cet inconvénient en partageant son *condensateur* en

deux parties, dont la supérieure est refroidie par la vinasse, et l'inférieure par un courant d'eau froide.

E. — Parties salines dissoutes dans les produits.

Elles peuvent être de l'oxyde de cuivre, de l'acétate de plomb ou de cuivre, etc.

Ces sels ne passent pas à la rectification.

On comprend la nécessité de tenir très propres toutes les parties de l'appareil, et notamment les serpentins. Nous avons essayé l'action du verdet sur l'alcool, ainsi que celle de plusieurs autres sels de cuivre, et après la distillation, nous avons pu constater qu'il ne reste aucune portion sensible. Il en est de même des sels de plomb.

F. — Émanations infectes et inconvénients des vinasses.

Les vinasses, produites en très grande quantité sont parfois une source de miasmes fétides, de nature à nuire à la santé publique. Il faut, autant que possible, utiliser ces vinasses ou les diriger dans un cours d'eau ou dans une fosse à compost que l'on aura soin d'aciduler. Cette cause d'inconvénient n'existe que rarement dans les distilleries agricoles ; mais elle ne peut arriver quand on combine la fabrication du salin de potasse avec celle de l'alcool, suivant les indications que le lecteur trouvera plus loin.

NOTES.

—

I. — ALCOOMÉTRIE. Dilatomètre de M. Silbermann.

En 1848, M. J.-T. Silbermann a proposé, pour l'essai des liquides alcooliques, une méthode fondée sur ce que l'alcool se dilate environ trois fois plus que l'eau par chaque degré de température compris entre 0 degré et le point d'ébullition 78°,41. L'instrument de M. Silbermann, qu'il nomme *dilatomètre*, est gradué de 25 à 50 degrés centigrades, et voici comment il le décrit lui-même :

« On a, pour l'appréciation quantitative des mélanges d'eau et d'alcool, employé divers procédés qui ont, dans la pratique, offert divers inconvénients. J'ai l'honneur de proposer un procédé qui n'a pas encore été employé dans ce but, et qui est à l'abri des inconvénients que présentent les autres méthodes.

» Les procédés connus sont basés, ou sur la distillation, ou sur la densité, ou sur le point d'ébullition du liquide alcoolique.

» Mon procédé se base sur la dilatation du liquide alcoolique. On sait qu'entre 0° et 100 degrés de température l'alcool a une dilatation triple de celle de l'eau. Cette dilatation est encore plus grande entre 25 et 50 degrés de température. Ainsi, si dans un même thermomètre on renferme, par exemple, de

l'eau à 25 degrés plein le réservoir, et une petite portion de sa tige jusqu'à une marque faite sur elle ; qu'ensuite on porte le thermomètre à 50 degrés, la colonne s'élèvera d'une certaine quantité dans la tige au-dessus du point précédent ; marquons ce point sur la tige. Si l'on remplace l'eau par de l'alcool absolu, aussi à 25 degrés de température, et jusqu'au point où s'arrêterait l'eau à cette température, et qu'ensuite on l'échauffe jusqu'à 50 degrés, on trouvera que le liquide dans le tube s'est élevé à trois fois et demie plus haut que pour l'eau.

» Tout mélange d'alcool et d'eau, traité de même, aura pour dilatation d'abord une longueur comprise entre les deux précédentes, et se rapprochera de l'une ou de l'autre, suivant que l'un ou l'autre liquide dominera dans le mélange.

» Si donc on fait des mélanges titrés d'eau et d'alcool qui soient successivement : eau 100, alcool, 0 ; eau 99 ; alcool 1 ; eau 98, alcool 2 ; eau 97, alcool 3, etc.; eau 0, alcool 100, pour marcher par centièmes pour ces mélanges, traitant de même ces divers titres, en les affleurant au même point du tube que précédemment à la température de 25 degrés, et marquant sur la tige le titre et le point de station à 50 degrés, on aura à la fin des cent une opérations une échelle alcoométrique centésimale.

» Tout mélange d'alcool et d'eau non titré, contenu dans le thermomètre affleuré au même point à 25 degrés, et ensuite chauffé à 50 degrés, indiquera par son stationnement le titre du mélange.

» Si au lieu d'eau et d'alcool on prenait deux liquides quelconques, et dont les dilatations soient notablement différentes entre deux limites de températures constantes, on aura pareillement une échelle pour ces deux liquides ; si l'on en forme d'abord des liquides titrés, et que l'on en marque les dilatations sur le tube du thermomètre, cette échelle servira pareillement à donner le titre d'un mélange quelconque de ces deux liquides.

» Pour régulariser ce procédé, et l'approprier d'abord aux usages habituels de l'appréciation alcoométrique, j'ai dû donner une certaine forme à ce thermomètre, et en faire un instrument complet que je nommerai *dilatomètre*.

» Voici la forme et la disposition de cet appareil :

» Sur une plaque métallique sont fixés deux thermomètres, dont l'un à mercure indiquant seulement par deux traits les températures initiales et finales, soit 25 à 50 degrés ; l'autre thermomètre, destiné à contenir le liquide à essayer, est ouvert par les deux bouts, effilé à la partie inférieure du réservoir, et terminé par un tube large à la partie supérieure de sa tige : c'est une véritable pipette de verre.

» Comme l'échelle alcoométrique se trouve au-dessus du point où l'eau s'est arrêtée à 50 degrés, la portion destinée à la dilatation de l'eau pourra être remplacée par une autre capacité égale, plus courte, mais plus large par un renflement dans l'intérieur à cet endroit. On diminue ainsi la longueur du tube, ou l'on augmente le nombre de ses divisions dans d'autres cas.

» Le thermomètre, pour retenir le liquide, est fermé à sa partie effilée inférieure par une petite plaque de liége convenablement fixée sur un ressort fixé lui-même par un bout contre la plaque qui supporte le tout.

» Pour faire couler le liquide d'épreuve, on déprime le ressort par son bord libre au moyen d'une tige de cuivre retenue contre la plaque vers le ressort par une virole, et vers l'entonnoir au sommet par un écrou dans lequel s'engage à vis le bout supérieur de la tige.

» Pour obtenir un mouvement rapide, la vis est à quatre filets.

» Pour ouvrir ou fermer le thermomètre, il suffit donc de tourner la tête de cette tige dans un sens ou dans l'autre.

» Les liquides contenant souvent de l'air ou du gaz en dissolution, il a fallu les en purger sans affecter leur titre ; le meilleur moyen étant le vide, dans ce cas, on l'opère au moyen d'un petit piston à cuir embouti que l'on engage dans l'entonnoir du thermomètre.

» Ce piston sert d'abord, par son aspiration, à remplir le thermomètre par le bas; ensuite le bas étant fermé et le piston enfoncé, en l'élevant on voit l'air se dégager de tous les points du liquide, et, au moyen de deux ou trois coups de piston prolongés, on purge totalement le liquide, de sorte qu'il ne s'élève plus de bulles, pendant l'opération du chauffage, capables de séparer la colonne.

» Pour pouvoir retirer le piston sans secousse, afin de ne pas diviser la colonne tout d'abord, la tige du piston est forée dans toute sa longueur, alors, après

avoir appuyé le doigt mouillé sur le sommet du piston pour faire le vide, on l'ôte pour laisser rentrer l'air, et le piston s'enlèvera facilement sans secousse.

» Afin de bien faire le vide, il faut aspirer du liquide jusqu'à ce qu'il en sorte par le sommet du piston dans sa dépression; alors, quand on le soulève, on est sûr de n'avoir pas laissé d'air dessous.

» Pour s'arrêter au point de départ, on a le tube plein de liquide : alors, par la dépression du ressort, on en fait écouler jusqu'à ce que le niveau arrive au trait inférieur sur le tube, quand la température aura été maintenue fixe pendant deux ou trois minutes au trait inférieur du thermomètre à mercure.

» Le procédé que je propose, basé sur la dilatation, s'applique également bien aux liquides alcoolisés de tout degré, ainsi qu'aux vins : car les sels, ainsi que les substances végétales en dissolution ou en suspension qui le forment conjointement avec l'eau et l'alcool, n'affectent pas sensiblement le résultat; car toutes les dissolutions dans l'eau se dilatent comme l'eau elle-même dans l'étendue de température que j'ai choisie. On n'a pas à craindre le mélange des liquides plus dilatables que l'alcool, car tous, plus chers que lui, se décèleraient par leur odeur ou leur goût spécial. Les liquides moins dilatables que l'eau, s'il y en a, se trouveraient aussi dans le cas précédent.

» J'ai pris la température initiale à 25 degrés, parce qu'en été on trouve partout de l'eau plus froide que 25 degrés encore.

» Quant à celle finale à 50 degrés, je l'ai prise à ce

point pour éviter les évaporations qui pourraient diminuer le degré, si cette température approchait trop du point d'ébullition ; quant au parcours de 25 degrés, il est suffisant. De plus, ces deux températures peuvent se maintenir facilement si le vase à l'eau a une capacité de 1 litre environ, et que l'on maintienne au-dessous une lampe à alcool analogue à une veilleuse, quand le degré est atteint. La plaque qui porte les thermomètres sert à agiter l'eau, afin que sa température soit partout uniforme. »

II. — Sur la fermentation continue, et sur le système Champonnois.

Nous avons déjà signalé les divers inconvénients de la méthode de M. Champonnois, parmi lesquels l'infection des produits est au premier rang. Si M. Champonnois a eu l'heureuse idée du premier établissement des distilleries agricoles, on doit avouer que, dans son procédé, il reste après cela bien peu de chose qui lui appartienne réellement en principe. Il est évident que nous n'entendons pas parler ici de l'application, dont le résultat pratique comparatif est le seul juge. La macération à chaud est la cause de l'infection : malgré toutes les dénégations et tous les sophismes, nous en avons assez dit à ce sujet pour que nous puissions ne pas chercher à l'établir par de plus longues démonstrations ; mais il existe un fait dont nous n'avons pas parlé, et sur lequel nous devons donner quelques éclaircissements, pour que nos lecteurs comparent l'affirmation et les raisons qui militent contre elle. On

a fait beaucoup de bruit autour de ce que l'on a appelé *fermentation continue.* Elle consiste en ce que M. Champonnois, au lieu de mettre une grande masse de liquide non fermenté en contact avec une faible quantité de levain, fait arriver un *filet continu* de liquide non fermenté dans une grande masse de liquide en pleine fermentation.

Il est de notion certaine pour qui a étudié la fermentation, *même superficiellement*, que les matières végétales contiennent des parties azotées qui peuvent déterminer la fermentation sans le secours d'un ferment étranger. Si cela est vrai pour le départ, le point initial d'une fermentation, à plus forte raison cela est-il exact quand une fois la fermentation est en train, et M. Champonnois a fait une utile application de ce principe.

Mais ce n'est encore ici, et une fois de plus, qu'une application, non une invention, bien que nous soyons le premier à en reconnaître le mérite. M. Champonnois ne peut s'en prévaloir à un autre titre. Mais est-il bien vrai que cette idée de fermentation continue appartienne originellement à M. Champonnois? M. Dubrunfaut n'y est-il pas pour quelque chose dans *sa* proposition de se passer de levûre, sinon pour la première fermentation, au moins pour toutes celles consécutives? Et les idées, *dites de ces Messieurs*, n'appartiennent-elles pas en réalité à quelques devanciers?

Questions faciles à résoudre, dont nous ne donnerons cependant pas la réponse, parce que nous n'avons

pas pour habitude d'intervenir dans ces sortes de conflits ; nous ne pouvons, à cet égard, que répéter le vieil adage : *Il n'y a rien de neuf sous le ciel.*

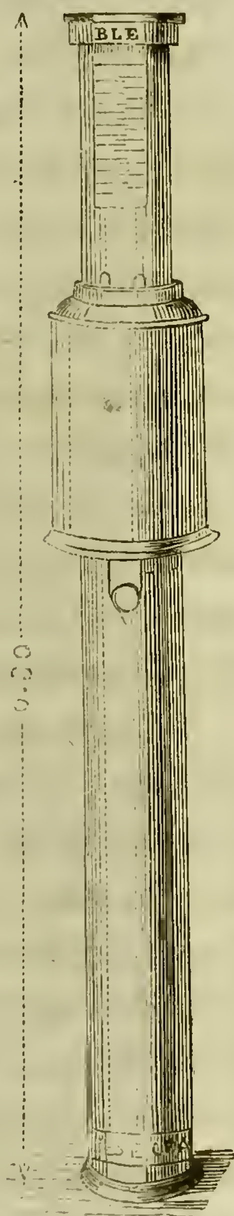
III. — Sur l'essai des grains.

Le seul moyen de reconnaître la valeur des grains au point de vue alcoolique est d'en constater le poids relativement au volume. Peser un litre de grain n'est pas chose difficile en apparence, et cependant on ne peut compter sur ce moyen d'appréciation sans s'exposer à des erreurs plus ou moins considérables. En effet, les grains *tassent* plus ou moins ; ils sont plus ou moins *secs*, etc.

Si l'on veut se rendre un compte précis, il faut connaître pour première donnée la quantité d'eau contenue dans le grain. Pour cela, il faut prendre un volume donné de l'espèce à vérifier, un litre par exemple ; on prendra le poids exact, que nous supposerons de 900 grammes. On place ce grain dans un vase plat et large et on l'introduit dans une étuve, ou même dans un four après la cuisson du pain. Douze heures après, on retire l'échantillon et on le pèse de nouveau ; on trouve qu'il est réduit à 780 grammes, ce qui donne un poids en eau de 120 grammes par litre ou de 12 kilogrammes par hectolitre. L'hectolitre, dans notre hypothèse, représentera donc 12 kilogrammes de plus que son poids réel, et l'on devra prêter attention à ce fait, pour lequel notre observation sur les fécules est de la plus grande justesse. Il y aurait une imprudence impardonnable à tout alcoolisateur qui

achèterait des grains *au volume*, pour les alcooliser, sans avoir examiné le poids exact, et l'on ne doit traiter au volume que sous la garantie du poids moyen.

Fig 7.
Balance hydrométrique.



En général, les grains qui sont restés en gerbier jusque vers la fin de novembre, ont acquis le degré de siccité moyenne, mais quelques jours de brouillard suffisent pour en augmenter le poids d'une façon considérable, et l'on ne doit acheter qu'après quelques jours d'un temps sec.

Quant au *tassement*, il est en rapport avec la forme des grains : toutes les espèces rondes tassent beaucoup moins que les espèces allongées; ainsi le froment, l'orge, le maïs, les pois, les vesces, tassent moins que l'avoine, etc.

Le meilleur appareil pour peser les grains et apprécier instantanément leur poids relatif est, sans contredit, la balance hydrométrique de M. Hubaine, dont nous donnons la figure et la description (1) :

« Le pèse-grains hydrométrique se compose de deux cylindres, l'un servant

(1) Cet appareil se trouve à la Librairie centrale d'agriculture et de jardinage, 41, quai des Grands-Augustins, ainsi que le distillateur d'essai que nous avons décrit dans notre chapitre sur l'alcoométrie (Ire partie). *N. B.*

de réservoir dans lequel on met de l'eau, et l'autre de plongeur contenant le grain dont on veut connaître le poids.

» Il est très facile de se servir de cet instrument bien simple dans sa construction, et dont rien ne peut déranger les conditions d'exactitude.

» Pour s'en servir, il suffit de mettre de l'eau dans le réservoir, jusqu'à la moitié environ de sa hauteur, ensuite on soutient le réservoir sur les deux supports angulaires placés sur deux doigts, le pouce et l'index, afin que l'instrument soit perpendiculairement posé, en ayant soin que le bouton de l'un des supports soit en regard ; on enfonce le plongeur dans le réservoir, et on l'introduit de manière que la ligne tracée sur le plongeur suive directement l'indicateur placé sur le bord du réservoir et que le mot *blé*, gravé sur le plongeur, soit aussi en regard.

» Après avoir enfoncé à fond le plongeur et tourné un peu le couvercle, l'eau qui est en excédant s'échappe du réservoir ; on détourne le couvercle, et le plongeur, étant libre, se relève ; mais comme il reste dans le réservoir plus d'eau qu'il n'en faut pour l'opération, on tire le bouton placé dans le support, et on laisse échapper l'eau jusqu'à ce que la ligne des deux zéros, gravée sur le plongeur, soit exactement descendue au sommet de l'indicateur ; on ferme aussitôt l'ouverture en appuyant sur le bouton, et alors l'instrument est bien convenablement rempli d'eau.

» Lorsque l'instrument est ainsi réglé, on referme le couvercle et l'on emplit la mesure de grains avec une

petite trémie de cuir verni, appelée *main à grains ;* on tient cette trémie à l'aide de deux petites anses dans lesquelles on passe les doigts ; on bouche avec le doigt du dessous l'ouverture de la trémie, qui doit avoir 18 millimètres de diamètre, et après l'avoir remplie de grains, on la place au-dessus de la mesure, ensuite on retire le doigt pour laisser passer le grain (le dessous de la trémie devra constamment être placé à la hauteur du bord de la mesure pendant qu'elle s'emplit); et quand l'instrument est rempli à comble, on arase le grain avec une lame métallique fixée à la main à grains.

» Après avoir fait tourner le couvercle, le plongeur se relève, et l'indicateur placé sur le bord du réservoir, indique, suivant la ligne de l'échelle gravée sur le plongeur, le poids *en kilogrammes* de l'hectolitre de grains semblable à celui contenu dans l'instrument.

» L'opération ainsi faite, on referme le couvercle et l'on renverse la mesure pour la vider, sans crainte de laisser échapper l'eau qu'une petite rondelle de cuir, placée dans le couvercle, empêche de sortir

» Cet instrument, avec lequel il n'est point possible de faire de fraude, est construit avec beaucoup de soin et de précision. On peut s'en servir avec la certitude que les résultats que l'on obtiendra auront toute l'exactitude désirable, car rien ne peut le déranger ; d'ailleurs, avant de s'en servir, on peut le vérifier aisément, en s'assurant si la ligne du zéro, gravée sur le plongeur du côté du mot *blé*, se trouve placée exac-

tement à l'indicateur lorsque le plongeur se relève librement ; et pour s'assurer aussi, avant de constater le poids que doit peser l'hectolitre de grains, si le plongeur est bien à son point, on secouera légèrement l'instrument, afin d'être certain que rien n'a gêné les mouvements du plongeur, et qu'il est en parfait équilibre, et dès qu'il est en place, on peut le remuer et même le pencher fortement sans craindre de le déranger.

» L'échelle du plongeur est divisée en millimètres, qui équivalent chacun à deux grammes. La capacité du plongeur contient un cinquième de litre, plus deux centièmes de la contenance (c'est-à-dire *deux cent quatre grammes d'eau*), pour équivaloir à la différence du tassement du grain, qui s'opère dans le mesurage, en se servant de grandes mesures en usage dans le commerce. »

L'essai des grains donne en moyenne :

Gluten..................	0,18
Son et déchet..........	0,20
Fécule, etc.............	0,56
Eau.	0,06
	100,00

On peut conclure de ces chiffres, qui sont la moyenne de nombreuses expériences, que les farines n'ont besoin que d'une quantité relativement faible de levûre et qu'elles donnent en moyenne 56 pour cent de leur poids en glucose, soit théoriquement en alcool 28, 62 pour cent, en pratique 21, 45 pour cent en poids.

IV. — Des huiles essentielles contenues dans les liqueur alcooliques et de la désinfection des alcools.

Tout le monde s'est occupé de ce sujet, et personne, jusqu'à présent, n'a apporté de réussite complète.

On lit dans le travail de M. J. de Fontenelle :

Procédé de désinfection des eaux-de-vie de marc, de graines, etc.; par MM. Rosière et Latour de Trie.

« Parmi les moyens connus et préconisés tour à tour depuis longtemps, pour enlever le goût particulier et très désagréable des eaux-de-vie de marc, graines, etc., le charbon animal jouit de cete propriété à un degré très éminent; cependant, malgré toutes les précautions prises pour sa purification, les eaux-de-vie prennent toujours, au bout d'un certain temps, un goût et une odeur détestable d'huile animale. Les chlorures n'ayant guère produit de meilleurs résultats, nous eûmes recours au procédé de M. Klaproth, qui consiste à distiller les eaux-de-vie de marc avec de l'acide sulfurique concentré et du vinaigre; par ce moyen, non-seulement une partie du mauvais goût et de l'odeur est enlevée, mais elles ont acquis une saveur et une odeur agréables d'éther acétique; il paraît que dans ce cas l'acide sulfurique se combine aux huiles empyreumatiques; qu'il les retient dans l'alambic en leur communiquant de la fixité, que le vinaigre empêche la formation de l'éther sulfurique, dont la production, en effet, n'a pas lieu, comme le dit très bien M. Boullay, dans son beau travail sur les éthers; néanmoins ces eaux-de-vie décèlent encore leur origine, et ne peuvent guère être employées à

l'usage des liqueurs de table, etc., etc. Mais rectifiées de nouveau sur du manganate de potasse, elles jouissent alors de toutes les qualités des meilleurs alcools, et d'une odeur des plus agréables.

« Les proportions auxquelles nous nous sommes arrêtés sont les suivantes :

Eau-de-vie de marc.....	30 litres.............
Acide sulfurique concentré	155 gramm. (5 onces).
Vinaigre fort..........	625 gramm. (20 onces).

Ce procédé n'enlève pas complétement l'odeur propre ; nous avons pu nous en assurer directement sur de l'eau-de-vie de marc qui nous avait été adressée comme échantillon. Cependant, l'odeur était très affaiblie et nous pensons que l'on pourrait tirer un bon parti de cette donnée en combinant plusieurs de ces procédés, et notamment celui qui suit avec celui de MM. Rosière et Latour.

Ce mode d'agir nous a réussi plusieurs fois, excepté pourtant sur l'eau-de-vie de garance, qui se joue de la plupart des procédés connus.

M. Witting conseille de désinfecter les esprits de grains ou de fécule en délayant 62 grammes de chlorure de chaux dans 170 litres d'esprit : on distille ensuite en mettant à part les premiers produits qui sont infectés de chlore.

M. Accarie a proposé le même moyen.

Nous devons ajouter que l'on doit craindre, en faisant usage de ce procédé, de déterminer la production d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique.

Il serait bon, en conséquence, de faire subir à l'alcool une nouvelle rectification sur un alcali ou sur une base susceptible de s'unir à cet acide. Nous avons employé heureusement deux ou trois fois les cendres de bois tout simplement : elles ne donnent pas l'odeur désagréable de la chaux et neutralisent parfaitement les acides qui peuvent se trouver dans les produits.

L'an dernier, les journaux ont fait mention d'un procédé américain dont nous donnons la formule afin de constater une fois encore le peu de succès des efforts entrepris dans cette voie.

« M. Luther Alwood de Massachussets a pris un brevet d'invention pour un procédé à l'aide duquel on dépouille les alcools et les esprits des huiles empyreumatiques qui leur communiquent une odeur désagréable. Je prends, dit-il, trois livres d'oxyde de manganèse réduit en poudre fine, cinq livres de nitrate de potasse ou de nitrate de soude, je les mêle aussi parfaitement que possible, je les fais fondre dans une cornue, et je continue l'action de la chaleur jusqu'à ce que la masse fondue passe de l'état fluide à l'état de matière pâteuse : quand cette masse est refroidie, je la réduis en poudre et la conserve sèche pour l'usage que j'en voudrai faire. Elle contient du manganate de potasse ou de soude, ou des permanganates de ces bases avec excès de potasse ou de soude, et des impuretés terreuses. Par chaque gallon (quatre litres et demi) d'alcool à 85 ou 90 centièmes, j'emploie deux onces (60 grammes) de poudre, je les dis-

sous dans 8 onces (240 grammes) d'eau, et j'ajoute cette solution à l'alcool en même temps que j'agite vivement. Ces proportions sont celles qui conviennent aux alcools ordinaires ; dans les cas extraordinaires, on ajoutera assez du composé chimique pour faire disparaître complétement l'odeur des huiles empyreumatiques. L'alcool ainsi purifié doit être débarrassé par la distillation à une douce chaleur des matières qu'il tient en dissolution ou en suspension. »

Il est facile de se convaincre, en lisant les lignes qui précèdent, que le procédé Alwood consiste dans l'emploi du manganate ou manganésiate de potasse ou de soude : cette idée n'est pas neuve, tant s'en faut.

Il est parfaitement connu depuis longtemps que la combinaison de la potasse avec l'oxyde de manganèse détruit les huiles empyreumatiques des esprits ; nous en invoquons pour preuve le procédé de M. Rosière que nous avons cité tout à l'heure. Que signifie la substitution *possible* de la soude à la potasse? rien. — Ces deux *alcalis* agissent absolument de la même manière sur les huiles essentielles.

D'un autre côté, dans la composition de M. Alwood, on emploie le *nitrate* de l'une de ces bases ; on peut tout aussi bien se servir du *carbonate*, et cela ne présente nulle importance. Un publiciste distingué nous faisait observer encore que dans le procédé Alwood on se sert de la composion désinfectante à l'état de *poudre :* or, il en est de même dans les indications de M. Malepeyre. D'où nous concluons qu'il y a encore

ici une vieillerie rajeunie, corrigée et *brevetée*.

Il existe encore un procédé breveté qui consiste à faire passer la vapeur alcoolique dans une solution de potasse ou de soude caustique et de là dans une solution d'acétate de cuivre. Cette méthode nous a paru assez avantageuse pour les alcools de marc et de grains; mais elle n'a pas réussi sur les esprits mauvais goût obtenus par le procédé Champonnois.

Ceci nous conduit naturellement à l'étude de la rectification.

Si le produit est très infect, on l'agite avec un lait de chaux et l'on obtient par le repos et la décantation les huiles fixes qui viennent surnager. On rectifie ensuite.

Si l'infection est faible, on peut procéder aussitôt à la rectification, et voici les principes sur lesquels on l'opère.

Certaines huiles essentielles fétides sont plus volatiles que l'alcool; d'autres entrent en ébullition à 84 degrés et quelques autres à 130 degrés. Si donc, lorsque la liqueur à rectifier est entrée en ébullition, on met à part le premier quart du produit, les deux quarts suivants sont débarrassés des huiles les plus volatiles et on réserve le quatrième quart pour le joindre au premier comme infect. On peut réunir les moyens chimiques à cette méthode et obtenir ainsi des alcools très fins.

Nous bornons ici ce que nous avons à dire de la rectification, mais nous ne pouvons terminer cette note sans citer ce que nous disions déjà dans notre traité

d'alcoolisation de la betterave, au sujet de la pureté des alcools en général; c'est par ces observations que nous clorons ces remarques.

« Nous avons répété, dans un grand nombre d'occasions, nous avons maintes fois écrit le seul principe qui soit, à cet égard, complétement vrai; le voici, tel que nous l'avions formulé dès l'an dernier.

» *De même que toutes les fécules pures sont identiques (au volume près), de même* TOUS LES ALCOOLS PURS SONT PHYSIQUEMENT ET CHIMIQUEMENT IDENTIQUES.

» En d'autres termes, *il n'y a qu'un seul alcool*, que l'on peut extraire, *plus ou moins pur*, *plus ou moins agréable*, d'un très grand nombre de matières végétales. Nous allons démontrer la vérité de ce que nous avançons en prenant quelques exemples.

» L'alcool de vin se compose de :

1° Charbon ou carbone..	4 proportions.	}	Alcool pur.
2° Hydrogène..........	4 —	}	
3° Eau combinée.......	2 —	}	

4° Eau en mélange; quantité variable.
5° Huiles essentielles du raisin, solubles dans l'alcool, insolubles dans l'eau; quantité variable.

» L'alcool de betterave se compose de :

1° Carbone...........	4 proportions.	}	Alcool pur.
2° Hydrogène..........	4 —	}	
3° Eau combinée.......	2 —	}	

4° Eau en mélange; quantité suffisante.
5° Huiles essentielles de la betterave, solubles dans l'alcool insolubles dans l'eau; quantité variable.

» Il n'est pas nécessaire de réfléchir longtemps pour comprendre que les alcools ne diffèrent réellement que par l'huile essentielle *particulière, propre à l'espèce végétale* qui a fourni la matière première. Tel végétal donne une huile essentielle agréable, et produit des alcools *bon goût*; il en est ainsi de l'alcool de vin : telle autre plante donne une huile fétide et produit des alcools de *mauvais goût*, comme l'alcool de betterave, de pomme de terre, de grains, etc. Mais, agréable ou non, parfumée ou fétide, cette huile n'en est pas moins un corps étranger à l'alcool, et l'esprit de vin n'est pas plus *pur* que celui de la betterave; il est plus suave, plus parfumé, plus agréable; voilà tout.

» L'*alcool* n'est *pur* que lorsqu'il n'est composé *absolument* que de *quatre proportions de charbon, quatre proportions d'hydrogène et deux proportions d'eau en combinaison.*

» Ce que nous venons de dire est loin d'être inutile ; car un des plus grands sujets de préoccupation est la transformation des alcools de diverses provenances en alcools de vin, susceptibles des mêmes usages. En effet, la solution de cette question importante exige les deux conditions suivantes :

» 1° *Détruire ou précipiter à l'état de savons insolubles les huiles essentielles* qui rendent l'alcool fétide;

» 2° *Substituer à ces essences l'huile volatile du vin*, qu'elle soit extraite du raisin ou de tout autre corps.

» Or, nous avons fait voir que la potasse contenue

dans la betterave donnait avec l'*essence* de la plante un savon *très soluble* dans l'eau ; ce savon est beaucoup *moins soluble* dans l'alcool, d'où il suit que les *sels de potasse* peuvent être employés pour la désinfection des alcools *mauvais goût*, quand ils ne contiennent pas plus de 30 pour 100 d'eau, et qu'on procède par voie de rectification. Ajoutons que tous les *oxydes métalliques*, formant des *savons* insolubles, sont susceptibles du même emploi, et qu'ils sont de beaucoup préférables à la *potasse carbonatée*. Cependant la *potasse*, combinée avec un *oxyde métallique*, celui de *manganèse*, par exemple, donne de meilleurs résultats que si l'on employait seul l'un ou l'autre de ces corps. Disons encore que les *terres* ou les *oxydes terreux*, la *chaux*, la *magnésie*, sont très avantageuses pour détruire ces huiles, et que l'on a même cherché à employer le *chlore* pour cet objet. Ce dernier corps ne sera franchement utilisable que quand on pourra obvier à quelques inconvénients qu'il présente et notamment à la formation de l'acide *chlorhydrique ou muriatique*.

» Cette saponification des essences doit se faire par macération avec agitation ; elle est ordinairement finie en huit à dix heures. Il convient alors de décanter le liquide ; on lave ensuite le dépôt ou on le filtre, on réunit les liqueurs claires et l'on y ajoute l'*huile de vin* dans la proportion de 1/16 à 1/4 pour 100. On rectifie ensuite au *bain-marie;* et l'alcool ainsi traité se mélange parfaitement avec les Montpellier. »

V. — De la fabrication des salins et de l'utilisation des vinasses.

Nous examinerons cette question sous le double point de vue de l'industrie agricole et de l'industrie manufacturière, qui diffèrent totalement l'une de l'autre à cet égard.

Nous avouons franchement notre tendance, notre côté faible, si l'on veut ; c'est à l'industrie champêtre que sont vouées toutes nos prédilections, et nous voudrions voir l'agriculteur créant, produisant tout ce qu'il peut produire et créer ; or, il y a des quantités énormes de débris végétaux qui peuvent assurer une masse très considérable de cendres riches en potasse, et dont le tableau suivant offre un aperçu :

Tableau du produit en cendres et en salin que donnent certains végétaux par 100 kilogrammes.

NOMS.	CENDRES. kil.	SALINS. kil.
Sarment de vigne	6,85	1,030
Saule	5,72	0,582
Chêne	2,64	0,296
Tremble	2,45	0,151
Orme	4,74	0,734
Hêtre	1,18	0,266
Buis	5,75	0,440
Tiges de maïs	17,94	3,480
Tiges de soleil (*helianthus*)	11,85	4,150
Genêt	2,04	0,469
Bruyère	2,04	0,346
Paille de sarrazin	2,04	0,847
Fumeterre	44,73	19,810
Absinthe	19,90	2,653
Fougère mâle	7,44	0,867

La *bourrache*, que l'on pourrait cultiver exprès pour cela, les tiges de *topinambours*, les *marcs* de raisin, les tiges de *pommes de terre*, etc., contiennent une quantité considérable de salin. Il est de l'avantage de l'agriculture de le recueillir *brut* et de le vendre tel, la manipulation étant moindre. Pour cela, voici la méthode à suivre.

On brûle dans un *four*, ou bien dans le foyer de la chaudière à distiller, les plantes ou parties de plantes desséchées à incinérer. On peut même faire cette combustion en plein champ, sur un endroit bien battu. Les cendres qui résultent de la combustion, après qu'on a bien agité la masse pour produire l'incinération de toutes les parties charbonneuses, sont recueillies pour être lessivées.

On les dispose sur une toile grossière dans quatre ou cinq tonneaux, placés debout et munis de leur robinet que l'on ferme : il serait bon que les tonneaux fussent placés en gradins, de manière que le produit du plus élevé pût s'écouler dans le second, et ainsi de suite. On tasse modérément les cendres qui doivent remplir la moitié, et mieux les deux tiers de chaque tonneau.

On remplit alors le tonneau numéro 1 avec de l'eau chaude, et après quatre heures de macération on ouvre le robinet qui verse cette lessive faible dans le tonneau numéro 2, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'eau ait passé par tous les tonneaux, et qu'elle soit devenue assez dense pour peser 30 ou 40 degrés à l'aréomètre. On fait passer une seconde et une troi-

sième fois, etc., de l'eau sur la cendre, jusqu'à ce que les lessives obtenues ne marquent plus que 4 ou 5 degrés à leur sortie du dernier tonneau, et l'on garde ces liquides pour les concentrer davantage par des cendres neuves. La cendre épuisée forme la charrée que l'on utilise en engrais.

Il ne s'agit plus que de faire évaporer *à sec* le liquide concentré pour obtenir le salin impur ou brut que l'on peut vendre avantageusement dans cet état. On fait cette évaporation dans une chaudière de fonte que l'on alimente par la combustion des matières à potasse, en sorte que leur incinération produit en même temps l'évaporation. Aussitôt les matières sèches, on les enferme dans un tonneau hermétiquement clos, et on les livre au commerce. On peut encore se servir, pour l'incinération et l'évaporation, de fours particuliers, construits sur les principes des *fours à soude* des fabriques; mais nous ne les conseillons pas, les procédés les plus simples et les moins dispendieux étant les meilleurs en industrie agricole.

On pourrait encore pour l'évaporation, au lieu d'une chaudière de fer, employer des vases ou pots de terre bien cuite et réfractaire, que l'on disposerait en deux rangées, sur un fourneau allongé, dans le foyer duquel on brûlerait les matières à incinérer. Il est bon qu'une haute cheminée de tôle conduise les vapeurs au loin, leur senteur âcre et malfaisante devant être éloignée de l'habitation et disséminée dans l'air.

S'il s'agit de la fabrication manufacturière des sels de potasse, on obtient des lessives concentrées à peu près de la même façon que nous avons dit, mais l'évaporation se fait dans des vases divers, communiquant de l'un à l'autre et dans lesquels les sels différents se déposent plus ou moins promptement selon leur nature, et peuvent être séparés. On les purifie par voie de dissolution et d'évaporation quand on tient à une belle qualité, mais les divers procédés à suivre sortent ici de notre objet ; nous n'avons en vue que la fabrication champêtre, dont l'intérêt est de vendre du salin brut, plutôt que de s'imposer des appareils coûteux et des manipulations nombreuses. On ne peut imaginer combien d'utilité on peut retirer en agriculture de l'établissement d'une petite fabrique à l'aide de laquelle on transformerait en produits avantageux une quantité considérable de matières perdues ordinairement.

Les vinasses bouillantes sortant des appareils et déjà très riches en salin seront utilisées à la concentration des lessives et à l'épuisement des cendres. C'est le meilleur moyen de tirer parti de toutes celles qui contiennent une certaine quantité de sels. On comprend que le liquide étant déjà très chargé, il se concentrera très vite en passant dans les tonneaux et de cette façon on perdra fort peu de chose de toutes les matières réellement utiles. On devrait même, dans le cas où l'on n'aurait pas de cendres à traiter, employer les vinasses toutes les fois qu'elles présenteraient une densité supérieure à 2 degrés et demi, ou

3 degrés, surtout si le combustible était peu cher. En tous cas, il est aisé de concentrer les vinasses dans la distillation même : pour cela, il faut faire passer un tube conducteur de la vapeur ou un serpentin dans un cuvier évasé rempli de ces vinasses qui se concentrent aisément. Et il est toujours très facile d'accommoder à cette destination, les petites modifications indispensables pour obtenir un résultat économique.

VI. Des luts employés dans la distillation.

Les luts sont des enduits que l'on applique sur les jointures des appareils pour éviter les fuites de vapeur. On en connaît un grand nombre, dont voici les plus importants :

1° On prépare un bon lut en faisant une pâte molle avec parties égales de cendres tamisées et de farine de seigle ou d'orge.

2° On peut encore unir les cendres ou la chaux éteinte au sang de bœuf, pour en faire une pâte destinée à servir d'enduit.

3° Le fromage frais donne, avec la chaux ou les cendres, un lut excellent.

4° Il en est de même du mélange de farine de lin, délayée en consistance de pâte, dans de l'empois.

On place ensuite une bande de toile sur le lut que l'on a appliqué, et l'on obtient une occlusion hermétique.

Nous n'en dirons pas plus sur ce sujet, chacun pou-

vant aisément suppléer à ce que nous négligerions d'indiquer, à l'aide de ce qui précède.

VII. — Notions résumées sur l'alcool, extraites de l'ouvrage de Virey.

Nous trouvons un véritable plaisir à citer les bonnes choses que nous rencontrons dans les travaux des hommes de labeur modeste dont les veilles et la peine ont été les moyens d'action, et dont les recherches sérieuses ont devancé les élucubrations modernes. Voici ce que Virey écrivait sur l'alcool :

« Le mot *al kool* est arabe, et désigne une substance très ténue ou impalpable. Toutes les matières sucrées fermentées fournissent des alcools, mais qui conservent plusieurs qualités des substances d'où ils sont extraits. L'alcool de canne à sucre porte le nom de *guildive* à l'île de France et aux Indes orientales ; celui de la mélasse se nomme *rhum* ou *taffia* en Amérique ; celui du vin est l'*esprit-de-vin ;* celui du cidre, du poiré, de l'hydromel, de la pomme de terre, de la bière et des autres graines céréales fermentées, s'appelle aussi *esprit ;* celui du riz fermenté *arak* (1) ; de cerises, *Kirsch-wasser ;* celui de merises ou cerises noires, *marasquin ;* celui de prunes, *harsch-wasser ;* celui de pêches, *persicot ;* celui du lait de jument,

---

(1) On dit que le *rack* ou *arak*, dans l'Inde, tire son nom de ce qu'on met des fruits d'arec (noix du palmier, *arecha catechu*, L.) avec le riz, pour distiller et donner plus de saveur à cette eau-de-vie.

koumiss; celui du vin de palmier ou de cocotier, *calou*, etc. L'eau-de-vie que l'on distille avec le genièvre, ou l'anis, ou le fenouil, etc., pour lui donner une saveur et odeur particulières, porte le nom de genièvre ou schnik, d'anisette, de fenouillette, etc., espèces de liqueurs de table.

» Les vins spiritueux du Midi fournissent le meilleur alcool. Ceux du Languedoc et d'Espagne en donnent jusqu'à un quart, ceux de Bordeaux un cinquième, ceux de Bourgogne moins d'un huitième. Les vins nouveaux en rendent plus que les vieux. Les meilleurs vins donnent une eau-de-vie excellente, comme sont les vins ou sucrés ou vieux ; mais les vins aigres ou tournés, ceux du Nord, en rendent peu et de mauvaise qualité, à cause de leurs acides malique et acétique. C'est aussi pourquoi les esprits de cidre et de poiré sont peu agréables ; l'abondance de la matière muqueuse qui brûle presque toujours dans l'alambic, et la décomposition par le feu de l'acide malique, impriment une odeur et une saveur d'empyreume qu'on ne peut jamais enlever entièrement à ces alcools. Toutefois, en les rectifiant sur du charbon animal, on détruit une partie de cette odeur. Les alcools obtenus des lies, du marc ou des rafles de raisins fermentés, ont pareillement une odeur et une saveur de *brûlé*. Il est très particulier que les peuples du nord de l'Europe et de l'Amérique sont tellement habitués à cette odeur d'empyreume, qu'il la faut donner tout exprès à nos bonnes eaux-de-vie du Midi, afin qu'ils consentent à les acheter pour leur usage. L'orge

contient dans sa pellicule une matière résineuse, qui passe en partie à la distillation, et communique son âcreté aux esprits de grain, indépendamment de l'huile pyrogénée qui se forme, et que les Allemands nomment *fousel*. De plus, les pepins de raisins ou ceux de groseilles fournissent une huile âcre qui se dissout dans l'alcool ; mais les noyaux de cerises, de pêches, lui communiquent au contraire une saveur et une odeur prussiques. De là vient qu'on s'en sert pour préparer les liqueurs de table. Les fruits donnent plus d'agrément aux alcools que les herbes. La saveur du rhum résulte du suc propre de la canne, et d'une portion de caramel formé pendant la distillation. Les agréments particuliers des eaux-de-vie de chaque fruit dépendent de son arome.

» Baumé, Chaptal, et plusieurs autres chimistes, ont perfectionné les appareils distillatoires des *brûleries*. Les principaux soins sont : 1° *d'échauffer à la fois également tout le liquide* ; 2° *de favoriser l'ascension des vapeurs*, en donnant plus de développement aux surfaces ; 3° *de refroidir et condenser promptement ces vapeurs*.

» Le bain-marie donne des eaux-de-vie bien plus suaves et exemptes d'empyreume que la distillation à feu nu. Lorsqu'on distille des rafles, des lies ou des liquides épais, comme les grains fermentés, le cidre, etc., il est presque impossible d'empêcher que ces matières ne s'attachent au fond de l'alambic, et n'y brûlent. Il convient alors de séparer ces substances grossières des parois de la cucurbite, en les contenant

dans un panier à mailles serrées, ou par tout autre moyen. Les eaux-de-vie de Cognac et celles d'Orléans sont les plus estimées. Le vin exhale d'abord beaucoup de gaz acide carbonique, puis des vapeurs alcooliques, qui deviennent plus fortes par l'ébullition du liquide, et s'affaiblissent sur la fin. Plus les vins sont vieux, plus l'eau-de-vie, mieux combinée, s'en sépare difficilement.

» Le premier alcool qui passe à la distillation est le plus rectifié ; les seconds produits sont toujours plus aqueux en général, et l'on doit les rectifier de nouveau.

» Les sels de strontiane, dissous dans l'alcool, communiquent à la flamme une couleur pourpre ; les sels de cuivre la colorent en vert ; le nitre, en jaune ; le chlorhydrate de chaux, en rouge, etc. Les sulfates, au contraire, se précipitent par l'alcool de leur dissolution. De la glace mise dans l'alcool rectifié tombe au fond et s'y dissout sur-le-champ.

DES QUANTITÉS D'ALCOOL QUE PEUT CONTENIR UNE MESURE EXACTE DE DEUX LIVRES D'EAU.

L'alcool à 22 degrés Baumé.	1 livre	13 onces	4 gros	15 grains.
à 26 —	1 —	12 —	6 —	29 —
à 32 —	1 —	12 —	» —	71 —
à 36 —	1 —	11 —	» —	60 —
à 40 —	1 —	10 —	3 —	70 —

DES DENSITÉS DE L'ALCOOL SELON SES DEGRÉS.

L'alcool à 22 degrés Baumé présente....	923 de densité.
à 26 —	900 —
à 32 —	868 —
à 36 —	847 —
à 40 —	828 —

i comment on obtient l'expression de cette densité. Dans une mesure contenant 1000 grammes d'eau distillée, ou 1 kilogramme juste, l'alcool à 22 degrés ne donnera en poids que 923 grammes, et plus il sera rectifié, plus il sera léger, et par conséquent plus il aura de volume, avec moins de densité.

» Toutes ces expériences doivent être faites sous la même pression atmosphérique, ou lorsque la colonne barométrique est à 28 pouces (environ 76 centimètres), et à une température moyenne de 10 degrés du thermomètre.

» L'*aréomètre* de Baumé prenant le plus haut degré de son échelle à 10 degrés, et l'*hydromètre* des Hollandais commençant la sienne à 0 degré, il y a une différence perpétuelle de 10 degrés en moins à l'échelle de Hollande.

» Les eaux-de-vie du commerce sont depuis 16 jusqu'à 22 et 23 degrés à l'aréomètre de Baumé. Ce que l'on nomme du trois-six est l'alcool à 33 degrés ; il contient toujours, comme les eaux-de-vie, un peu d'acide acétique.

» Les eaux-de-vie de grains ayant une odeur empyreumatique due au marc ou à la lie des matières d'où on les tire, et qui se brûle en partie par la distillation, il s'ensuit qu'une portion de l'huile pyrogénée formée est enlevée par l'alcool. On a proposé de rectifier l'eau-de-vie de pommes de terre sur l'huile d'amandes douces pour la priver de son odeur désagréable : l'huile retient celle-ci.

» L'eau-de-vie récente est incolore ; elle se charge,

dans les tonneaux, de l'extractif du bois qui la colore. Mais, dans le commerce, on la colore encore plus avec du caramel, ou par une infusion de curcuma ou de safran. En vieillissant, elle acquiert beaucoup plus d'agrément à la dégustation. Nous disons comment on lui donne sur-le-champ ce goût de vétusté....

» Tous les alcools ne diffèrent point essentiellement dans leur nature intime, mais sont plus ou moins aqueux, imprégnés d'aromes divers, d'huiles, ou volatiles, ou empyreumatiques, ou combinés à quelques acides ; ainsi l'eau-de-vie contient toujours de l'acide acétique (que l'on neutralise par quelques gouttes d'ammoniaque liquide, et cette eau-de-vie paraît vieillir sur-le-champ, car elle s'adoucit). Il y en a beaucoup dans les esprits de cidre, de poiré, ce qui les rend acerbes. L'eau-de-vie de grains, le schnik des Flamands, whisky ou gin des Anglais, contractent toujours une saveur empyreumatique due au corps mucoso-glutineux qui se charbonne au fond des alambics ; ce qui est remarquable aussi dans l'eau-de-vie de pommes de terre. La rectification sur le charbon, aidée ou de chaux, ou d'un peu d'acide nitrique ou chlorique, n'enlève point toute cette odeur désagréable ; on la masque encore par le genièvre, par d'autres aromates.

» Le plus sûr moyen de reconnaître le degré des eaux-de-vie, est le pèse-liqueur ou hydromètre de Gay-Lussac ; plus il s'enfonce, plus le liquide est léger, et, par conséquent, spiritueux. De 20 à 22 degrés, l'eau-de-vie est la plus propre à la boisson et pour les teintures médicinales. De 28 à 32 degrés, on la nomme

eau-de-vie double; elle prend le nom d'esprit de 33 à 37 degrés. Par des cohobations successives, en séparant toujours les premiers produits comme plus purs et plus légers, l'alcool le mieux déphlegmé ne pèse plus spécifiquement que 0,821, l'eau supposée 1000; il donne 40 degrés à l'aréomètre de Baumé. Mais Lowitz, et ensuite Richter, ont obtenu un alcool bien plus pur en lui enlevant l'eau par beaucoup de potasse desséchée et chaude, et en distillant. Cet alcool, à la température de 16° 1/2, ne pèse plus que 0,792; il donne 42 degrés à l'aréomètre. Il est alors très pénétrant et suave. On rectifie ordinairement l'alcool en le distillant sur du sulfate de soude effleuri, ou sur du chlorure de calcium desséché, qui s'empare de l'eau, mais sans agir sur la portion alcoolique, comme le font les alcalis.

» L'alcool, incongelable au plus grand froid, a été rendu, dit-on, concret par Hutton, en 1813, à Édimbourg, à un froid que ne pouvait indiquer le thermomètre centigrade, qui ne descend guère au delà de 79 degrés au-dessous de 0. L'auteur n'a pas donné son procédé, ce qui fait que l'on doute de ce qu'il a avancé; cet alcool se congèle en petits cristaux colorés. L'alcool bout à 64 degrés. Traité avec le chlore, il produit, outre de l'eau et de l'acide chlorhydrique, une matière huileuse, volatile, qui donne du chlore en passant au travers d'un tube incandescent.

» L'alcool dissout, par la chaleur, un peu de phosphore, et le soufre à l'état de vapeur; il dissout aussi les alcalis caustiques, comme dans le *lilium* de Para-

celse; ceux-ci, réagissant sur ce liquide, y forment une sorte d'huile éthérée. La baryte et la strontiane s'y dissolvent en partie. Il absorbe fortement le gaz nitreux; dissout plusieurs acides, excepté les métalliques et le phosphorique; se transforme en éther par les acides sulfurique, nitrique, phosphorique, arsénique, etc. Plusieurs sels se dissolvent aussi dans l'alcool.

Ce liquide contient, selon Lavoisier, hydrogène, 17; carbone, 34; oxygène, 49; sur 100 parties. En brûlant avec l'oxygène, 16 onces d'alcool rendent 18 onces d'eau. Selon Théodore de Saussure, de l'alcool à 0,792 de pesanteur spécifique donne : carbone, 51,98; oxygène, 13,70; hydrogène, 34,32, sur 100 parties. Conservé dans un flacon ouvert, l'alcool faible se décompose à la longue, et dépose des flocons blancs. Le chlore gazeux le décompose en eau, acide carbonique, et forme une matière huileuse particulière, observée par Berthollet, et contenant du chlore combiné. En dissolvant les alcalis caustiques, une portion d'alcool se carbonise et brunit. L'alcool dissout les sels très oxygénés et déliquescents. Les vrais éthers sont formés avec les acides sulfurique, phosphorique, arsénique; les éthers imparfaits par les acides nitrique, hydrochlorique, acétique, oxalique, tartrique, citrique, etc. Passé à travers un tube de porcelaine rougi au feu, l'alcool se décompose, donne du gaz acide carbonique, de l'hydrogène carburé, de l'eau qui contient une huile volatile concrétée en cristaux brillants, l'intérieur du tube est tapissé de charbon. L'iode décompose l'alcool pour s'emparer

de son hydrogène et former de l'acide hydriodique. Le brome agit de même. Les sucres et les huiles volatiles sont solubles dans l'alcool.

» On sait que les alcools sont les dissolvants des résines, servent à faire des vernis, à séparer les huiles volatiles, à s'emparer des aromes, de l'acide gallique, du camphre, etc., à coaguler l'albumine, à précipiter plusieurs sels, à conserver des matières animales, etc.

» L'ammoniaque affaiblit la force des liqueurs spiritueuses, et leur procure ainsi le goût qu'elles n'acquièrent qu'avec le temps. Elle sature d'ailleurs en partie les acides qui s'y trouvent. »

VIII. — Un dernier mot sur l'asphodèle.

Au moment où nous terminons cette seconde partie de notre travail, une note, reproduite par le journal le *Cosmos* donne les détails suivants sur l'alcoolisation de l'asphodèle :

« La seule indication donnée jusqu'ici pour l'extraction de l'alcool d'asphodèle est extraite du brevet de M. Hennequin, pris à Oran le 2 mai 1851 : 1° lavez les tubercules, et faites-les râper ou écraser ; 2° faites macérer la pulpe dans un volume d'eau égal au sien ; 3° ajoutez de la levûre de bière dans la proportion de 4 kilogrammes pour 100 kilogrammes de pulpe ; 4° laissez fermenter pendant cinq jours ; 5° distillez dans un appareil simple consistant en une tourille chauffée par un serpentin et munie d'un récipient à

réfrigérent. En opérant ainsi, on a, dit le brevet, pour 100 kilogrammes de pulpe, 80 litres de phlegme à 14 degrés Cartier, et la rectification des phlegmes donne 20 litres d'esprit 3/6 de bon goût. M. Clerget, en communiquant à la Société ce procédé opératoire, fait remarquer qu'il y a, sans aucun doute, exagération dans le rendement; il croit que la quantité d'alcool obtenue n'est en général que de cinq litres.

« Il rappelle encore que les jus bruts d'asphodèle sont sans action ou presque sans action sur la lumière polarisée, mais que, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, ces jus prennent un pouvoir lévogyre d'une très grande intensité. Il ajoute que pour l'asphodèle, comme aussi pour le topinambour, le rendement en alcool est proportionnel à la déviation à gauche du rayon polarisé déterminé par l'acidification. »

Nous partageons complétement l'opinion de l'honorable M. Clerget, et nous pensons en outre que sans acidulation naturelle ou artificielle, on ne peut obtenir de bons résultats de l'asphodèle en alcoolisation.

CONCLUSION.

Et maintenant, que nous voici arrivé à la fin de notre tâche, qu'il nous soit permis, en terminant cet ouvrage, de rappeler à nos lecteurs le but vers lequel nous tendions, et qui sera constamment l'objet de nos efforts. Les livres savants ne disent rien, n'apprennent rien, sinon des formules et des

abstractions : les livres des praticiens *à brevets* ne sont, la plupart du temps que d'arides nomenclatures, filets insidieux tendus à la crédulité confiante par la cupidité avide. Nous avons voulu être utile franchement et sans arrière-pensée, et au fur et à mesure que l'art de l'alcoolisateur fera quelques progrès, nous les consignerons dans un nouveau travail, résolu que nous sommes à dévoiler, dans l'intérêt public, ce dont le charlatanisme intéressé fait un mystère.

Heureux si nous avons pu éviter le double écueil dont nous venons de parler; nous avons cherché à mettre dans ce livre tous les documents scientifiques indispensables, à côté des règles de la saine pratique. Nous avons la conviction bien arrêtée que les règles tracées dans cet ouvrage sont suffisantes pour empêcher l'alcoolisateur de tomber entre les mains de ces hommes, pour lesquels une invention rajeunie, corrigée et augmentée, devient un odieux moyen de lucre. Avec ce que nous avons dit et de la bonne volonté, on peut aborder toutes les difficultés de l'art de distiller.

Peut-être n'avons-nous pas assez insisté sur les applications agricoles de la distillation?.. Notre but capital a été cependant l'intérêt de l'agriculture vers laquelle nous portent nos plus chères tendances, et à laquelle nous rapporterions volontiers la plupart des sciences naturelles et des arts qui en dérivent.

On ne peut trop le répéter; dans un temps de progrès peu éloigné de notre époque de bavardage

stérile et de discussions inutiles, l'agriculture est appelée à être le centre puissant autour duquel se grouperont toutes les industries chimiques ou autres qui en dépendent. La culture des terres ne sera plus que la source des matières premières, et l'économie rurale centralisera dans la ferme toutes les fabrications agricoles. Nous citerons parmi ces industries, futures auxiliaires de l'agronome :

1° *La fabrication des boissons fermentées*, telles que le *vin*, la *bière*, le *cidre*, l'*hydromel*, etc.

2° *L'alcoolisation de toutes les matières fermentescibles;*

3° *La production de la fécule;*

4° *La préparation d'un grand nombre de matières tinctoriales et textiles;*

5° *La fabrication de la cassonade de betteraves, de carottes*, *de maïs*, *de sorgho ;*

6° *La préparation des farines alimentaires;*

7° *La fabrication des sels de potasse*, *des acides oxalique*, *tartrique*, *acétique*, etc., etc.

Nous pourrions nous étendre plus longuement sur cette nomenclature, mais nous croyons en avoir assez dit pour démontrer la nécessité absolue de faire progresser l'agriculture, et l'immense avantage que l'on rencontrerait à le faire.

Puissent les efforts des hommes de cœur hâter cette époque de prospérité et de gloire nationale, que nous appelons de tous nos vœux, et vers laquelle nous dirigeons tous nos travaux !

TROISIÈME PARTIE.

ARITHMÉTIQUE DU DISTILLATEUR.

§ Ier. — Essai des matières sucrées.

Nous plaçons en tête de cette troisième partie, destinée à être le complément et, en quelque sorte, l'appendice de notre ouvrage, dont elle pourrait être séparée à la rigueur, les excellentes tables de M. Clerget, sans lesquelles il serait difficile à l'alcoolisateur de se rendre un compte prompt et précis de ses expériences saccharimétriques. M. Clerget a su mettre à la portée de tous, les résultats différentiels de la saccharimétrie optique, soit par expérimentation directe, soit par inversion. Nous ne pouvons mieux faire, donc, que de mettre sous les yeux de nos lecteurs les chiffres de cet observateur, aussi habile que désintéressé.

TABLES DE M. CLERGET

POUR L'ANALYSE DES SUBSTANCES SACCHARIFÈRES (1).

NOTA. Pour les liquides non soumis à l'acidulation, les deux dernières colonnes ont le caractère d'une table spéciale ; alors les chiffres de la colonne A représentent les nombres de degrés trouvés, et ceux de la colonne B les poids en grammes et centigrammes du sucre contenu dans un litre de liqueur.

Les nombres fournis par les analyses des sucres concrets seront nécessairement compris dans les cent premières lignes de la table ; les trente lignes suivantes ont été ajoutées par l'analyse des principales liqueurs sucrées naturelles d'un titre élevé, particulièrement pour la détermination du titre du vesou et du jus de la betterave. S'il se présentait des liqueurs d'un titre encore plus élevé, on les ferait rentrer dans les limites de la table en les étendant d'eau dans un rapport déterminé et en tenant compte de cette dilution par le calcul.

1re Table de 10° à 18° de température.

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :									TITRES cherchés.	
10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17.	18°	par poids A	par vol. B
										gr.
1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1	1,63
2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2	3,27
4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	3	4,90
5,6	5,5	5.5	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	4	6,54
6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,7	5	8,17
8,3	8,3	8,3	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	6	9,81
9,7	9,7	9,7	9,6	9,6	9,5	9,5	9,5	9,4	7	11,44
11,1	11,1	11,0	11,0	11,0	10,9	10,9	10,8	10,8	8	13,08
12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,3	12,2	12,2	12,1	9	14,71
13,9	13,8	13,8	13,7	13,7	13,6	13,6	13,5	13,5	10	16,35
15,3	15,2	15,2	15,1	15,1	15,0	15,0	14,9	14,8	11	17,98
16,7	16,6	16,6	16,5	16,4	16,4	16,3	16,3	16,2	12	19,62
18,1	18,0	17,9	17,9	17,8	17,7	17,7	17,6	17.5	13	21,25
19,5	19,4	19,3	19,2	19,2	19.1	19,0	19,0	18,9	14	22,89
20,8	20,8	20,7	20,6	20.5	20,5	20,4	20,3	20,2	15	24,52
22,2	22,2	22,1	22,0	21,9	21,8	21,8	21,7	21,6	16	26,16
23,6	23,5	23,5	23,4	23,3	23,2	23,1	23,0	22,9	17	27,79
25,0	24,9	24,8	24,7	24,7	24,6	24,5	24,4	24,3	18	29,43
26,4	26,3	26,2	26,1	26,0	25,9	25,8	25,7	25,6	19	31,06
27,8	27,7	27,6	27,5	27,4	27,3	27,2	27,1	27,0	20	32,70

(1) Nous avons transcrit textuellement la table de M. Clerget, en n'y faisant qu'un changement de disposition nécessité par notre format. N.B.

10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	par poids A	par vol. B
										gr.
29,2	29,1	29,0	28,9	28,8	28,7	28,6	28,4	28,3	21	34,33
30,6	30,5	30,4	30,2	30,1	30,0	29,9	29,8	29,7	22	35,97
32,0	31,8	31,7	31,6	31,5	31,4	31,3	31,2	31,0	23	37,60
33,4	33,2	33,1	33,0	32,9	32,8	32,6	32,5	32,4	24	39,24
34,7	34,6	34,5	34,4	34,2	34,1	34,0	33,9	33,7	25	40,87
36,1	36,0	35,9	35,7	35,6	35,5	35,4	35,2	35,1	26	42,51
37,5	37,4	37,3	37,1	37,0	36,8	36,7	36,6	36,4	27	44.14
38,9	38,8	38,6	38,5	38,4	38,2	38,1	37,9	37,8	28	45,78
40,3	40,2	40,0	39,9	39 7	39,6	39,4	39,3	39,1	29	47,41
41,7	41,5	41,4	41,2	41,1	40,9	40,8	40,6	40,5	30	49,05
43,1	42,9	42,8	42,6	42,5	42,3	42,2	42,0	41,8	31	50,68
44,5	44,3	44,2	44,0	43,8	43,7	43,5	43,4	43,2	32	52,32
45,9	45,7	45,5	45,4	45,2	45,0	44,9	44,7	44,5	33	53,95
47,3	47,1	46,9	46,7	46,6	46,4	46,2	46,1	45,9	34	55,59
48,6	48,5	48,3	48,1	47,9	47,8	47,6	47,4	47,2	35	57,22
50,0	49,9	49,7	49,5	49,3	49,1	49,0	48,8	48,6	36	58,86
51,4	51,2	51,1	50,9	50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	37	60,49
52.8	52,6	52,4	52,2	52,1	51,9	51,7	51,5	51.3	38	62,13
54,2	54,0	53,8	53,6	53,4	53.2	53,0	52,8	52,6	39	63,76
55,6	55,4	55,2	55,0	54,8	54,6	54,4	54,2	54,0	40	65,40
57,0	56,8	56,6	56,4	56,2	56,0	55,8	55,8	55,3	41	67,03
58,4	58.2	58,0	57,7	57.5	57,3	57,1	56,9	56,7	42	68,67
59,8	59,5	59,3	59,1	58,9	58,7	58,5	58,3	58.0	43	70,30
61,2	60,9	60,7	60,5	60,3	60,1	59,8	59,6	59,4	44	71,94
62,5	62,3	62,1	61,9	61,6	61,4	61,2	61,0	60,7	45	73,57
63,9	63,7	63,5	63,2	63,0	62,8	62,6	62,3	62,1	46	75,21
65,3	65,1	64,9	64,6	64,4	64,1	63,9	63,7	63,4	47	76,84
66,7	66,5	66,2	66.0	65,8	65,5	65,3	65,0	64,8	48	78,48
68,1	67,9	67,6	67,4	67,1	66,9	66,6	66,4	66,1	49	80,11
69,5	69,2	69,0	68,7	68,5	68,2	68,0	67,7	67,5	50	81,75
70,9	70,6	70,4	70,1	69,9	69,6	69,4	69,1	68,8	51	83,38
72,3	72,0	71,8	71,5	71,2	71,0	70,7	70,5	70,2	52	85,02
73,7	73,4	73,1	72,9	72,6	72,3	72,1	71,8	71,5	53	86,65
75,1	74,8	74,5	74,2	74,0	73,7	73,4	73,2	72,9	54	88,29
76,4	76,2	75,9	75,6	75,3	75,1	74,8	74,5	74,2	55	89,92
77,8	77,6	77,3	77,0	76,7	76,4	76,2	75,9	75,6	56	91,56
79,2	79,0	78,7	78,4	78,1	77,8	77,5	77,2	76,9	57	93,19
80,6	80,3	80,0	79,7	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	58	94,83
82.0	81,7	81,4	81,1	80,8	80,5	80,2	79,9	79,6	59	96,46
83,4	83,1	82,8	82,5	82,2	81,9	81,6	81,3	81,0	60	98,10
84,8	84,5	84,2	83,9	83,6	83,3	83,0	82,6	82,3	61	99,73
86,2	85,9	85,6	85,2	84,9	84,6	84,3	84,0	83,7	62	101,37
87,6	87,2	86,9	86,5	86,3	86,0	85,7	85,4	85,0	63	103,00

10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	par poids A	par vol. B
										gr.
89,0	88,6	88,3	88,0	87,7	87,4	87,0	86,7	86,4	64	104,64
90,3	90,0	89,7	89,4	89,0	88,7	88,4	88,1	87,7	65	106,27
91,7	91,4	91,1	90,7	90,4	90,1	89,8	89,4	89,1	66	107,91
93,1	92,8	92,5	92,1	91,8	91,4	91,1	90,8	90,4	67	109,54
94,5	94,2	93,8	93,5	93,2	92,8	92,5	92,1	91,8	68	111,18
95,9	95,6	95,2	94,9	94,5	94,1	93,8	93,5	93,1	69	112,81
97,3	96,9	96,6	96,2	95,9	95,5	95,2	94,8	94,5	70	114,45
98,7	98,3	98,0	97,6	97,3	96,9	96,6	96,2	75,8	71	116,08
100,1	99,7	99,4	99,0	98,6	98,3	97,9	97,6	97,2	72	117,72
101,5	101,1	100,7	100,4	100,0	99,6	99,3	98,9	98,5	73	119,35
102,9	102,5	102,1	101,7	101,4	101,0	100,6	100,3	99,9	74	120,99
104,2	103,9	103,5	103,1	102,7	102,4	102,0	101,6	101,2	75	122,62
105,6	105,3	104,9	104.5	104,1	103,7	103,4	103,0	102,6	76	124,26
107,0	106.6	106,3	105.9	105,5	105,1	104,7	104,3	103,9	77	125,89
108,4	108,0	107,6	107,2	106,9	106,5	106,1	105,7	105,3	78	127,53
109,8	109,4	109,0	108,6	108,2	107,8	107,4	107,0	106,6	79	129,16
111,2	110,8	110,4	110,0	109,6	109,2	108,8	108,4	108,0	80	130,80
112,6	112,2	111,8	111,4	111,0	110,6	110,2	109,7	109,3	81	132,43
114,0	113,6	113,2	112,7	112,3	111,9	111,5	111,1	110,7	82	134,07
115,4	114,9	114,5	114,1	113,7	113,3	112,9	112,5	112,0	83	135,70
116,8	116,3	115,9	115,5	115,1	114,7	114,2	113,8	113,4	84	137,34
118,1	117,7	117,3	116,9	116,4	116,0	115,6	115,2	114,7	85	138,97
119,5	119,1	118,7	118,2	117,8	117,4	117,0	116,5	116,1	86	140,61
120,9	120,5	120,1	119.6	119,2	118,7	118,3	117,9	117,4	87	142,24
122,3	121,9	121,4	121,0	120,6	120,1	119,7	119,2	118,8	88	143,88
124,7	123,2	122,8	122,4	121,9	121,5	121,0	120,6	120,1	89	145,51
125,1	124,6	124,2	123,7	123,3	122.8	122,4	121 9	121,5	90	147,15
126,5	126,0	125,6	125,1	124,7	124,2	123,8	123,3	122,8	91	148,78
127,9	127,4	127,0	126,5	126,0	125,6	125,1	124,7	124,2	92	150,42
129,3	128,8	128,3	127,9	127,4	126,9	126,5	126,0	125,5	93	152,05
130,7	130,2	129,7	129,2	128,8	128,3	127,8	127,4	126,9	94	153,69
132,0	131,6	131,1	130,6	130,1	129,7	129,2	128,7	128,2	95	155,32
133,4	133,0	132,5	132,0	131,5	131,0	130,6	130,1	129,6	96	156,96
134,8	134,3	133,9	133,4	132,9	132,4	131,9	131,4	130,9	97	158,59
136,2	135,7	135,2	134.7	134,3	133,8	133,3	132,8	132,3	98	160,23
137,6	137,1	136,6	136,1	135,6	135,1	134.6	134,1	133,6	99	161,86
139,0	138,5	138,0	137,5	137,0	136,5	136,0	135,5	135,0	100	163,50
140,4	139,9	139,4	138,9	138,4	137,9	137,4	136,8	136,3	101	165,13
141,8	141,3	140,8	140,2	139,7	139,2	138,7	138,2	137,7	102	166,77
143,2	142,6	142,1	141,6	141,1	140,6	140,1	139,6	139,0	103	168,40
144,6	144,0	143,5	143,0	142,5	142,0	141,4	140,9	140,4	104	170,04
145,9	145,4	144,9	144,4	143,8	143,3	142,8	142,3	141,7	105	171,67
147,3	146,8	146,3	145,7	145,2	144,7	144,2	143,6	143,1	106	173,31

10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	par poids A	par vol. B
										gr.
148,7	148,2	147,7	147,1	146,6	146,0	145,5	145,0	144,5	107	174,94
150,1	149,6	149,0	148,5	148,0	147,4	146,9	146,3	145,8	108	176,58
151,5	151,0	150,4	149,9	149,3	148,8	148,2	147,7	147,1	109	178,21
152,9	152,3	151,8	151,2	150,7	150,1	149,6	149,0	148,5	110	179,85
154,3	153,7	153,2	152,6	152,1	151,5	151,0	150,4	149,8	111	181,48
155,7	155,1	154,6	154,0	153,4	152,9	152,3	151,8	151,2	112	183,12
157,1	156,5	155,9	155,4	154,8	154,2	153,7	153,1	152,5	113	784,75
158,5	157,9	157,3	156,7	156,2	155,6	155,0	154,5	153,9	114	186,39
159,8	159,3	158,7	158,1	157,5	157,0	156,4	155,8	155,2	115	188,02
161,2	160,6	160,1	159,5	158,9	158,3	157,8	157,2	156,6	116	189,66
162,6	162,0	161,5	160,9	160,3	159,7	159,0	158,5	157,9	117	191,29
164,0	163,4	162,8	162,2	161,7	161,1	160,5	159,9	159,3	118	192,93
165,4	164,8	164,2	163,6	163,0	162,4	161,8	161,2	160,6	119	194,56
166,8	166,2	165,6	165,0	164,4	163,8	163,2	162,6	162,0	120	196,20
168,2	167,6	167,0	166,4	165,8	165,2	164,6	163,9	163,3	121	197,83
169,6	169,0	168,4	167,7	167,1	166,5	165,9	165,3	164,7	122	199,47
171,0	170,3	169,7	169,1	168,5	167,9	167,3	166,7	166,9	123	201,10
172,4	171,7	171,1	170,5	169,9	169,3	168,6	168,0	167,4	124	202,74
173,7	173,1	172,5	171,9	171,2	170,6	170,0	169,4	168,7	125	204,37
175,1	174,5	173,9	173,2	172,6	172,0	171,4	170,7	170,1	126	206,01
176,5	175,9	175,3	174,6	174,0	173,3	172,7	172,1	171,4	127	207,64
177,9	177,3	176,6	176,0	175,4	174,7	174,1	173,4	172,8	128	209,28
179,3	178,7	178,0	177,4	176,7	176,1	175,4	174,8	174,1	129	210,91
180,7	180,0	179,4	178,7	178,1	177,4	176,8	176,1	175,5	130	212,55

2° **Table**, de 19° à 27° de températures.

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :									TITRES cherchés.	
19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	par poids A	par vol. B
										gr.
1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1.3	1,3	1,3	1	1,63
2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2	3,27
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3	4,90
5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	4	6,54
6.7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	5	8,17
8,1	8,0	8,0	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,8	6	9,81
9,4	9,4	9,3	9,3	9,3	9,2	9,2	9,2	9,1	7	11,44

19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	par poids A	par vol. B
10,8	10,7	10,7	10,6	10,6	10,6	10,5	10,5	10,4	8	gr. 13,08
12,1	12,1	12,0	12,0	11,9	11,9	11,8	11,8	11,7	9	14,71
13,4	13,4	13,3	13,3	13,2	13,2	13,1	13,1	13,0	10	16,35
14,8	14,7	14,7	14,6	14,6	14,5	14,5	14,4	14,3	11	17,98
16,1	16,1	16,0	16,0	15,9	15,8	15,8	15,7	15,7	12	19,62
17,5	17,4	17,3	17,3	17,2	17,2	17,1	18,0	17,0	13	21,25
18,8	18,8	18,7	18,6	18,5	18,5	18,4	18,3	18,3	14	22,89
20,2	20,1	20,0	19,9	19,9	19,8	19,7	19,6	19,6	15	24,52
21,5	21,4	21,4	21,3	21,2	21,1	21,0	21,0	20,9	16	16,16
22,9	22,8	22,7	22,6	22,5	22,4	22,3	22,3	22,2	17	27,79
24,2	24,1	24,0	23,9	23,8	23,8	23,7	23,6	23,5	18	29,43
25,5	25,5	25,4	25,3	25,2	25,1	25,0	24,9	24,8	19	31.06
26,9	26,8	26,7	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1	20	32,70
28,2	28,1	28,0	27,9	27,8	27,7	27,6	27,5	27,4	21	34,33
29,6	29,5	29,4	29,3	29,1	29,0	28,9	28,8	28,7	22	35,97
30,9	30,8	30,7	30,6	30,5	30,4	30,2	30,1	30,0	23	37,60
32,3	32,2	32,0	31,9	31,8	31,7	31,6	31,4	31,3	24	39,24
33,6	33,5	33,4	33,2	33,1	33,0	32,9	32,7	32,6	25	40,87
35,0	34,8	34,7	34,6	34,4	34,3	34,2	34,1	33,9	26	42,51
36,3	36,2	36,1	35,9	35,8	35,6	35,5	35,4	35,2	27	44,14
37,7	37,5	37,4	37,2	37,1	37,0	36,8	36,7	36,5	28	45,78
39,0	38,9	38,7	38,6	38,4	38,3	38,1	38,0	37,8	29	47,41
40,3	40,2	40,0	39,9	39,7	39,6	39,4	39,3	39,1	30	49,05
41,7	41,5	41,4	41,2	41,1	40,9	40,8	40,6	40,4	31	50,68
43,0	42,9	42,7	42,6	42,4	42,2	42,1	41,9	41,8	32	52,32
44,4	44,2	44,0	43,9	43,7	43,6	43,4	43,2	43,1	33	53,95
45,7	45,6	45,4	45,2	45,0	44,9	44,7	44,5	44,4	34	55,59
47,1	46,9	46,7	46,5	46,4	46,2	46,0	45,8	45,7	35	57,22
48,4	48,2	48,1	47,9	47,7	47,5	47,3	47,2	47,0	36	58,86
49,8	49,6	49,4	49,2	49.0	48,8	48,6	48,5	48,3	37	60,49
51,1	50,9	50,7	50,5	50,3	50,2	50,0	49,8	49,6	38	62,13
52,4	52,3	52,1	51,9	51,7	51,5	51,3	51,1	50,9	39	63,76
53,8	53,6	53,4	53,2	53,0	52,8	52,6	52,4	52,2	40	65,40
55,1	54,9	54,7	54,5	54,3	54,1	53,9	53,7	53,5	41	67,03
56,5	56,3	56,1	55,9	55,6	55,4	55,2	55,0	54,8	42	68,67
57,8	57,6	57,4	57,2	57,0	56,8	56,5	56,3	56,5	43	70,30
59,2	59,0	58,7	58,5	58,3	58,1	57,9	57,6	57,4	44	71,94
60,5	60,3	60,1	59,8	59,6	59,4	59,2	58,9	58,7	45	73,57
61,9	61,6	61,4	61,2	60,9	60,7	60,5	60,3	60,0	46	75,21
63,2	63,0	62,7	62,5	62,3	62,0	61,8	61,6	61,3	47	76,84
64,6	64,3	64,1	63,8	63,6	63,4	63,1	62,9	62,6	48	78,48
65,9	65,7	65,4	65,2	64,9	64,7	64,4	64,2	63,9	49	80,11
67,2	67,0	66,7	66,5	66,2	66,0	65,7	65,5	65,2	50	81,75

19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	par poids A	par vol. B
										gr.
68,6	68,3	68,1	67,8	67,6	67,3	67,1	66,8	66,5	51	83,38
69,9	69,7	69,4	69,2	68,9	68,6	68,4	68,1	67,9	52	85,02
71,3	71,0	79,7	70,5	70,2	70,0	69,7	69,4	69,2	53	86,65
72,6	72,4	72,1	71,8	71,5	71,3	71,0	70,7	70,5	54	88,29
74,0	73,7	73,4	73,1	72,9	72,6	72,3	72,0	71,8	55	89,92
75,3	75,0	74,8	74,5	74,2	73,9	73,6	73,4	73,1	56	91,56
76,7	76,4	76,1	75,8	75,5	75,2	74,9	74,7	74,4	57	93,19
78,0	77,7	77.4	77,1	76,8	76,6	76,3	76,0	75,7	58	94,83
79,3	79,1	78,8	78,5	78,2	77,9	77,6	77,3	77,0	59	96,46
80,7	80,4	80,1	79,8	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	60	98,10
82,0	81,7	81,4	81,1	80,8	80,5	80,2	79,9	79,6	61	99,73
83,4	83,1	82,8	82,5	82,1	81,8	81,5	81,2	80,9	62	101,37
84,7	84,4	84,1	83,8	83,5	83,2	82,8	82,5	82,2	63	103,00
86,1	85,8	85,4	85,1	84,8	84,5	84,2	83,8	83,5	64	104,64
87,4	87,1	86,8	86,4	86,1	85,8	85,5	85,1	84,8	65	106,27
88,8	88,4	88,1	87,8	87,4	87,1	86,8	86,5	86,1	66	107,91
90,1	89,8	89,4	89,1	88,8	88,4	88,1	87,8	87,4	67	109,54
91,5	91,1	90,8	90,4	90,1	89,8	89,4	89,1	88,7	68	111,18
92,8	92,5	92,1	91,8	91,4	91,1	90,7	90,4	90,0	69	112,81
94,1	93,8	93,4	93,1	92,7	92,4	92,0	91,7	91,3	70	114,45
95,5	95,1	94,8	94,4	94,1	93,7	93,4	93,0	92,6	71	116,08
96,8	96,5	96,1	95,8	95,4	95,0	94,7	94,3	94,0	72	117,72
98,2	97,8	97,4	97,1	96,7	96,4	96,0	95,6	95,3	73	119,35
99,5	99,2	98,8	98,4	98,0	97,7	97,3	96,9	96,6	74	120,99
100,9	100,5	100,1	99,7	99,4	99,0	98,6	98,2	97,9	75	122,62
102,2	101,8	101,5	101,1	100,7	100,3	99,9	99,6	99,2	76	124,26
103,6	103,2	102,8	102,4	102,0	101,6	101,2	100,9	100,5	77	125,89
104,9	104,5	104,1	103,7	103,3	103,0	102,6	102,2	101,8	78	127,53
106,2	105,9	105,5	105,1	104,7	104,3	103,9	103,5	103,1	79	129,16
107,6	107,2	106,8	106,4	106,0	105,6	105,2	104,8	104,4	80	130,80
108,9	108,5	108.1	107,7	107,3	106,9	106,5	106,1	105,7	81	132,43
110,3	109,9	109,5	109,1	108,6	108,2	107,8	107,4	107,0	82	134,07
111,9	111,2	110,8	110,4	110,0	109,6	109,1	108,7	108,3	83	135,70
113,0	112,6	112,1	111.7	111,3	110,9	110,5	110,0	109,6	84	137,34
114,3	113,9	113,5	113,0	112,6	112,2	111,8	111,3	110,9	85	138.97
115,7	115,2	114,8	114,4	113,9	113,5	113,1	112,7	112,2	86	140,61
117,0	116,6	116,1	115,7	115,3	114,8	114,4	114,0	113,5	87	142,24
118,4	117,9	117,5	117,0	116,6	116,2	115,7	115,3	114,8	88	143,88
119,7	119,3	118,8	118,4	117,9	117,5	117,0	116,6	116,1	89	145,51
121,0	120.6	120,1	119,7	119,2	118,8	118,3	117,9	117,4	90	147,15
122,4	121,9	121,5	121,0	120,6	120,1	119,7	119,2	118,7	91	148,78
123,7	123,3	122,8	122,4	121,9	121,4	121,0	120,5	120,1	92	150,42
125,1	124,6	124,1	123,7	123,2	122,8	122,3	121,8	121,4	93	152,05

19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	par poids A	par vol. B
										gr.
126,4	126,0	125,5	125,0	124,5	124,1	123,6	123,1	122,7	94	153,69
127,8	127,3	126,8	126,3	125,9	125,4	124,9	124,4	124,0	95	155,32
129,1	128,6	128,2	127,7	127,2	126,7	126,2	125,8	125,3	96	156,96
130,5	130,0	129,5	129,0	128,5	128,0	127,5	127,1	126,6	97	158,59
131,8	131,3	130,8	130,3	127,8	129,4	128,9	128,4	127,9	98	160,23
133,1	132,7	132,2	131,7	131,2	130,7	130,2	129,7	129,2	99	161,86
134,5	134,0	133,5	133,0	182,5	132,0	131,5	131,0	130,5	100	163,50
135,8	135,3	134,8	134,3	133,8	133,3	132,8	132,3	131,8	101	165,13
137,2	136,7	136,2	135,7	135,1	134,6	134,1	133,6	133,1	102	166,77
138,5	138,0	137,5	137,0	136,5	136,0	135,4	134,9	134,4	103	168,40
139,9	139,4	138,8	138,3	137,8	137,3	136,8	136,2	135,7	104	170,04
141,2	140,7	140,2	139,6	139,1	138,6	138,1	137,5	137,0	105	171,67
142,6	142,0	141,5	141,0	140,5	139,9	139,4	138,9	138,3	106	173,31
143,9	143,4	142,8	142,3	141,8	141,2	140,7	140,2	139,6	107	174,94
145,3	144,7	144,2	143,6	143,1	142,6	142,0	141,5	140,9	108	176,58
146,6	146,1	145,5	145,0	144,4	143.9	143,3	142,8	142,2	109	178,21
147,9	147,4	146,8	146,3	145,7	145,2	144,6	144,1	143,5	110	179,85
149,3	148,7	148,2	147.6	147,1	146,5	146,0	145,4	144,8	111	181,48
150,6	150,1	149,5	149,0	148,4	147,8	147,3	146,7	146,2	112	183,12
152,0	151,4	150,8	150,3	149,7	149,2	148,6	148,0	147,5	113	184,75
153,3	152,8	152,2	151,6	151,0	150,5	149,9	149,3	148,8	114	186,39
154,7	154,1	153,5	152,9	152,4	151,8	151,2	150,6	150,1	115	188,02
156,0	154,4	154,9	154,3	153,7	153,1	152,5	152,0	151,4	116	189,66
157,4	156,9	156,2	155,6	155,0	154,4	153,8	153,3	152,7	117	191,29
158,7	158,1	157,5	156,9	156,3	155,8	153,2	154,6	154,0	118	192,93
160,0	159,5	158,9	158,3	157,7	157,1	156,5	155,9	155,3	119	194,56
161,4	160,8	160,2	159,9	159,0	158,4	157,8	157,2	156,6	120	196,20
162,7	162,1	161,5	160,9	160,3	159,7	159,1	158,5	157,9	121	197,83
164,1	163,5	162,9	162,3	161,6	161,0	160,4	159,8	159,2	122	199,47
165,4	164,8	164,2	163,6	163,0	162,4	161,7	161,1	160,5	123	201,10
166,8	166,2	165,5	164,9	164,3	163,7	163,1	162,4	161,8	124	202,74
168,1	167,5	166,9	166,2	165,6	165,0	164,4	163,7	163,1	125	204,37
169,5	168,8	168,2	167,6	166,9	166,3	165,7	165,1	164,4	126	206,01
170,8	170,2	169,5	168,9	168,3	167,6	167,0	166,4	165,7	127	207,64
172,2	171,5	170,9	170.2	169,6	169,0	168,3	167,7	167,0	128	209,28
173,5	172,9	172.2	171,6	170,9	170,3	169,6	169,0	168,3	129	210,91
174,8	174.2	173,5	172,9	172,2	171,6	170,9	170,3	169,6	130	212,55

3e Table, de 28° à 35° de température.

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :								TITRES cherchés.	
28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	par poids A	par vol. B
									gr.
1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1,63
2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2	3,27
3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3	4,90
5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	4	6,54
6,5	6,5	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	5	8,17
7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7	7,6	7,6	6	9,81
9,1	9,1	9,0	9,0	9,0	8,9	8,9	8,8	7	11,44
10,4	10,4	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2	10,1	8	13,08
11,7	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,4	11,4	9	14,71
13,0	12,9	12,9	12,8	12,8	12,7	12,7	12,6	10	16,35
14,3	14,2	14,2	14,1	14,1	14,0	14,0	13,9	11	17,98
15,6	15,5	15,5	15,4	15,4	45,3	15,2	15,2	12	19,62
16,9	16,8	16,8	16,7	16,6	16,6	16,5	16,4	13	21,25
18,2	18,1	18,1	18,0	17,9	17,8	17,8	17,7	14	22,89
19,5	19,4	19,3	19,3	19,2	19,1	19,0	19,0	15	24,52
20,8	20,7	20,6	20,6	20,5	20,4	20,3	20,2	16	26,16
22,1	22,0	21,9	21,8	21,7	21,7	21,6	21,5	17	27,79
23,4	23,3	23,2	23,1	23,0	22,9	22,9	22,8	18	29,43
24,7	24,6	24,5	24,4	24,3	24,2	24,1	24,0	19	31,06
26,0	25,9	25,8	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3	20	32,70
27,3	27,2	27,1	27,0	26,9	26,8	26,7	26,6	21	34,35
28,6	28,5	28,4	28,3	28,2	28,0	27,9	27,8	22	35,97
29,9	29,8	29,7	29,5	29,4	29,3	29,2	29,1	23	37,60
31,2	31,1	30,9	30,8	30,7	30,6	30,5	30,4	24	39,24
32,5	32,4	32,2	32,1	32,0	31,9	31,7	31,6	25	40,87
33,8	33,7	33,5	33,4	33,3	33,1	33,0	32,9	26	42,51
35,1	35,0	34,8	34,7	34,6	34,4	34,3	34,1	27	44,14
36,4	36,3	36,1	36,0	35,8	35,7	35,6	35,4	28	45,78
37,7	37,5	37,4	37,3	37,1	37,0	36,8	36,7	29	47,41
39,0	38,8	38,7	38,5	38,4	38,2	38,1	37,9	30	49,05
40,3	40,1	39,9	39,8	39,7	29,5	39,4	39,2	31	50,68
41,6	41,4	41,3	41,1	41,0	40,8	40,6	40,5	32	52,32
42,9	42,7	42,6	42,4	42,6	42,1	41,9	41,7	33	53,95
44,2	44,0	43,9	43,7	43,5	43,3	43,2	43,0	34	55,59
45,5	45,3	45,1	45,0	44,8	44,6	44,4	44,3	35	57,22
46,8	46,6	46,4	46,3	46,1	45,9	45,7	45,5	36	58,86
48,1	47,9	47,7	47,5	47,4	47,2	47,0	46,8	37	60,49
49,4	49,2	49,0	48,8	48,7	48,4	48,3	48,1	38	62,13
50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	49,7	49,5	49,3	39	63,76
52,0	51,8	51,6	51,4	51,2	51,0	50,8	50,6	40	65,40

28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	par poids A	par vol. B
									gr.
53,3	53,1	52,9	52,7	52,5	52,3	52,1	51,9	41	67,03
54,6	54,4	54,2	54,0	53,8	53,5	53,3	53,1	42	68,67
55,9	55,7	55,5	55,2	55,0	54,8	54,6	54,4	43	70,30
57,2	57,0	56,8	56,5	56,3	56,1	55,9	55,7	44	71,94
58,5	58,3	58,0	57,8	57,6	57,4	57,1	56,9	45	73,57
59,8	59,6	59,3	59,1	58,9	58,6	58,4	58,2	46	75,21
61,1	60,9	60,6	60,4	60,2	59,9	59,7	59,4	47	76,84
62,4	62,2	61,9	61,7	61,4	61,2	61,0	60,7	48	78,48
63,7	63,4	63,2	63,0	62,7	62,5	62,2	62,0	49	80,11
65,0	64,7	64,5	64,2	64,0	63,7	63,5	63,2	50	81,75
66,3	66,0	65,8	65,5	65,3	65,0	64,8	64,5	51	83,38
67,6	67,3	67,1	66,8	66,6	66,3	66,0	65,8	52	85,02
68,9	68,6	68,4	68,1	67,8	67,6	67,3	67,0	53	86.65
70,2	69,9	69,7	69,4	69,1	68,8	68,6	68,3	54	88,29
71,5	71,2	70,9	70,7	70,4	70,1	69,8	69,6	55	89,92
72,8	72,5	72,2	72,0	71,7	71,4	71,1	70,8	56	91,56
74,1	73,8	73,5	73,2	73,0	72,7	72,4	72,1	57	93,19
75,4	75,1	74,8	74,5	74,2	73,9	73,7	73,4	58	94,83
76,7	76,4	76,1	75,8	75,5	75,2	74,9	74,6	59	96,46
78,0	77,7	77,4	77,1	76,8	76,5	76,2	75,9	60	98,10
79,3	79,0	78,7	78,4	78,1	77,8	77,5	77,2	61	99,73
80,6	80,3	80,0	79,7	79,4	79,0	78,7	78,4	62	101,37
81,9	81,6	81,3	80,9	80,6	80,3	80,0	79,7	63	103,00
83,2	82,9	82,6	82,2	81,9	81,6	81,3	81,0	64	104,64
84,5	84,2	83,8	83,5	83,2	82,9	82,5	82,2	65	106,27
85,8	85,5	85,1	84,8	84,5	84,1	83,8	83,5	66	107,91
87,1	86,8	86,4	86,1	85,8	85,4	85,1	84,8	67	109,54
88,4	88,1	87,7	87,4	87,0	86,7	86,4	86,0	68	111,18
89,7	89,3	89,0	88,7	88,3	88,0	87,6	87,3	69	112,81
91,0	90,6	90,3	89,9	89,6	89,2	88,9	88,5	70	114,45
92,3	91,9	91,6	91,2	90,9	90,5	90,2	89,8	71	116,08
93,6	93,2	92,9	92,5	92,2	91,8	91,4	91,1	72	117,72
94,9	94,5	94,2	93,8	93,4	93,1	92,7	92,3	73	119,35
96,2	95,8	95,5	95,1	94,7	94,3	94,0	93,6	74	120,99
97,5	97,1	96,7	96,4	96,0	95,6	95,2	94,9	75	122,62
98,8	98,4	98,0	97,7	97,3	96,9	96,5	96,1	76	124,26
100,1	99,7	99,3	98,9	98,6	98,2	97,8	97,4	77	125,89
101,4	101,0	100,6	100,2	99,8	99,4	99,1	98,7	78	127,53
102,7	102,3	101,9	101,5	101,1	100,7	100,3	99,9	79	129,16
104,0	103,6	103,2	102,8	102,4	102,0	101,6	101,2	80	130,80
105,3	104,9	104.6	104,1	103,7	102,2	102,9	102,5	81	132,43
106,6	106,2	105,9	105,4	105,0	104,5	104,1	103,7	82	134,07
107,9	107,5	107,2	106,6	106,2	105,8	105,4	105,0	83	135,70
109,2	108,8	108,5	107,9	107,5	107,1	106,7	106,3	84	137,34
110,5	110,1	109,7	109,2	110,8	108,4	107,9	107,5	85	138,97

28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	par poids A	par vol. B
									gr.
111,8	111,4	111,0	110,5	110,1	109,6	109,2	108,8	86	140,61
113,1	112,7	112,3	111,8	111,4	110,9	110,5	110,0	87	142,24
114,4	114,0	113,6	113,1	112,6	112,2	111,8	111,3	88	143,88
115,7	115,2	114,9	114,4	113,9	113,5	113,0	112,6	89	145,51
117,0	116,5	116,2	115,6	115,2	114,7	114,3	113,9	90	147,15
118,3	117,8	117,5	116,9	116,5	116,0	115,6	115,1	91	148,78
119,6	119,1	118,8	118,2	117,8	117,3	116,8	116,4	92	150,42
120,9	120,4	120,1	119,5	119,0	118,6	117,1	117,6	93	152,05
122,2	121,7	121,4	120,8	120,3	119,8	119,4	118,9	94	153,69
123,5	123,0	122,6	122,1	121,6	121,1	120,6	120,2	95	155,32
124,8	124,3	123,9	123,4	122,9	122,4	121,9	121,4	96	156,96
126,1	125,6	125,2	124,6	124,2	123,7	123,2	122,7	97	158,59
127,4	126,9	126,5	125,9	125,4	124,9	124,5	124,0	98	160,23
128,7	128,2	127,8	127,2	126,7	126,2	125,7	125,2	99	161,86
130,0	129,5	129,0	128,5	128,0	127,5	127,0	126,5	100	163,50
131,3	130,8	130,3	129,8	129,3	128,8	128,3	127,8	101	165,13
132,6	132,1	131,6	131,1	130,6	130,0	129,5	129,0	102	166,77
133,9	133,4	132,9	132,3	131,8	131,3	130,8	130,3	103	168,40
135,2	134,7	134,2	133,6	133,1	132,6	132,1	131,6	104	170,04
136,5	136,0	135,4	134,9	134,4	133,9	133,3	132,8	105	171,67
137,8	137,3	136,7	136,2	135,7	135,1	134,6	134,1	106	173,31
139,1	138,6	138,0	137,5	137,0	136,4	135,9	135,3	107	174,94
140,4	139,9	139,3	138,8	138,2	137,7	137,2	136,6	108	176,58
141,7	141,1	140,6	140,1	139,5	139,0	138,4	137,9	109	178,21
143,0	142,4	141,9	141,3	140,8	140,2	139,7	139,1	110	179,85
144,3	143,7	143,2	142,6	142,1	141,5	141,0	140,4	111	181,48
145,6	145,0	144,5	143,9	143,4	142,8	142,2	141,7	112	183,12
146,9	146,3	145,8	145,2	144,6	144,1	143,5	142,9	113	184,75
148,2	147,6	147,1	146,5	145,9	145,3	144,8	144,2	114	186,39
149,5	148,9	148,3	147,8	147,2	146,6	146,0	145,5	115	188,02
150,8	150,2	149,6	149,1	148,5	147,9	147,3	146,7	116	189,66
152,1	151,5	150,9	150,3	149,8	149,2	148,6	148,0	117	191,29
153,4	152,8	152,2	151,6	151,0	150,4	149,9	149,3	118	192,93
154,7	154,1	153,5	152,9	152,3	151,7	151,1	150,5	119	194,56
156,0	155,4	154,8	154,2	153,6	153,0	152,4	151,8	120	196,20
157,3	156,7	156,1	155,5	154,9	154,3	153,7	153,1	121	197,83
158,6	158,0	157,4	156,8	156,2	155,5	154,9	154,3	122	199,47
159,9	159,3	158,7	158,0	157,4	156,8	156,2	155,6	123	201,10
161,9	160,6	160,0	159,3	158,7	158,1	157,5	156,9	124	202,74
162,5	161,9	161,2	160,6	160,0	159,4	158,7	158,1	125	204,37
163,8	163,2	162,5	161,9	161,3	160,6	160,0	159,4	126	206,01
165,1	164,5	163,8	163,2	162,6	161,9	161,3	160,6	127	207,64
166,4	165,8	165,1	164,5	163,8	163,2	162,6	161,9	128	209,28
167,7	167,0	166,4	165,8	165,1	164,6	163,8	163,2	129	210,91
169,0	168,3	167,7	167,0	166,4	165,7	165,1	164,4	130	212,55

§ II.— De la méthode analytique et des proportions.

L'alcoolisateur doit connaître l'arithmétique élémentaire, et il n'y a pas un calcul pratique dont il ne puisse aisément sortir, dès qu'il peut appliquer les quatre opérations fondamentales : *addition*, *soustraction*, *multiplication* et *division*, suivant les données du bon sens et de la *méthode analytique*.

Cette méthode de calcul consiste principalement à ramener l'inconnue à l'unité, et nous donnons un exemple de son application, afin de la faire bien comprendre.

Supposons que 125 litres de liquide fermenté, produits par 26 kilogrammes de fécule, nous aient donné 8 litres d'*esprit* à 84 degrés Gay-Lussac, et que nous veuillons savoir : 1° combien nous aurons à employer de fécule pour obtenir 1200 litres du même liquide ; 2° combien 100 kilogrammes de fécule produiront d'alcool au degré obtenu, 84°.

Nous résoudrons ainsi cette question :

1° 125 litres ayant été donnés par 26 kilogrammes de fécule, 1 seul litre sera le produit d'une quantité de fécule 125 fois plus petite, et nous aurons à diviser 26 par 125.

Opération :	26	125
	260	0,208
	1000	

Preuve :

125
0,k208
1000
2500
26,000

Le résultat sera 208 grammes, lesquels produiront 1 litre de liqueur renfermant autant d'alcool que

les 125 litres donnés. En multipliant ce nombre, 208 grammes, par 1200, nous trouvons 249kilogr.,600 de fécule pour la quantité nécessaire à la fabrication de 1200 litres d'un liquide exactement semblable.

2° Puisque 26 kilogrammes de fécule ont donné 8 litres d'esprit à 84 degrés, 1 seul kilogramme en produira 26 fois moins, et en divisant 8 par 26, nous trouvons pour résultat 307millil.,69cent..

Si nous multiplions ce nombre par 100, nous trouverons 30lit.,769millil. pour le produit de 100 kilogrammes de fécule.

Cet exemple suffira pour faire voir les avantages de la méthode analytique, dite encore méthode de l'unité. Les personnes peu versées dans les opérations de chiffres peuvent, avec son secours et les *quatre premières règles*, résoudre la plupart des questions qui sont du ressort de l'arithmétique.

La connaissance des proportions est très utile à la pratique de la distillation, et quoiqu'on puisse y suppléer par ce que nous venons de dire, nous croyons utile de rappeler les principes sur lesquels repose la solution de la plupart des questions de proportions.

On entend par *rapport de division* le résultat de la division d'un nombre par un autre.

Une proportion existe toutes les fois que sur quatre nombres donnés, les deux premiers donnent, par la division, le même résultat ou *quotient* que les deux derniers. Ainsi, soient donnés les nombres 12, 24, 9, 18; 12 est contenu 2 fois dans 24 comme 9 est 2 fois dans 18. Ici le nombre 2 est le rapport, et les

quatre nombres 12, 24, 9, 18, sont en proportion.

On peut exprimer cette proportion en disant : Si l'on divise 24 par 12, on obtient le même nombre qu'en divisant 18 par 9 ; ou bien : 12 est à 24 comme 9 est à 18 ; ou bien 12 divisé par 24 égale 9 divisé par 18 ; ou bien encore : 12 est la moitié de 24 comme 9 est la moitié de 18, etc.

En général, on écrit une proportion de la manière suivante :

$$12 : 24 :: 9 : 18.$$

ce qui s'exprime : 12 est à 24 comme 9 est à 18.

Les nombres 12 et 18 se nomment les *extrêmes*, et les nombres 24 et 9 sont les *moyens* de la proportion.

La propriété fondamentale de toute proportion par division consiste dans ce principe : que le *produit des moyens égale le produit des extrêmes*, ce qu'il est facile de démontrer.

Les moyens sont ici 24 et 9, et les extrêmes sont 12 et 18 ;

24 égale 2 fois 12, ou 12×2, ce qui se lit : 12 multiplié par 2 ;

18 égale 2 fois 9 ou 9×2.

Si nous prenons 24, ou sa valeur 12×2, dans le produit de 24 par 9, il n'y aura rien de changé, et nous aurons : $12 \times 2 \times 9$; de même 12 multiplié par 18 nous donnera $12 \times 9 \times 2$, en sorte que les éléments réels du *produit des moyens* sont $12 \times 2 \times 9$, et ceux du *produit des extrêmes*, $12 \times 9 \times 2$.

D'où il est facile de conclure que ces deux produits, ayant les mêmes éléments, sont nécessairement identiques, ou bien que 24 fois 9 égalent 12 fois 18, ou encore que le produit des moyens est égal au produit des extrêmes.

Cette propriété nous conduit à trouver le quatrième nombre de toute proportion dont nous n'en connaissons que 3 ; ainsi, prenons pour exemple la proportion précédente, et supposons que nous ne connaissons pas le nombre 18, nous le remplacerons par x, et nous écrirons :

$$12 : 24 :: 9 : x.$$

Mais puisque 24×9 est la même chose que 12 fois x, si nous multiplions 24 par 9, nous aurons 216 pour produit, lequel est égal à 12 fois x ; et si 216 égale 12 fois x, en divisant 216 par 12, nous aurons la valeur de l'inconnue x, qui est ici 18.

On déduit de ceci la règle suivante :

Si l'un des extrêmes d'une proportion manque, on fait le produit des moyens et on le divise par l'extrême connu ; si l'un des moyens est inconnu, on fait le produit des extrêmes, et l'on divise par le moyen connu ; dans les deux cas, le résultat de la division donne la valeur de l'inconnue x.

Ceci posé, prenons pour exemple les nombres que nous avons soumis à la méthode analytique il y a quelques instants :

1° 26 kilogrammes de fécule nous ont donné 125 litres de liquide, et nous voulons savoir combien il nous

faudra de fécule pour fabriquer 1200 litres d'un liquide semblable. Nous posons la proportion :

$$26 : 125 :: x : 1200,$$

laquelle signifie : puisque 26 kilogrammes nous ont donné 125 litres, quel sera le nombre de kilogrammes qui nous donnera 1200 litres dans les mêmes circonstances. Multiplions les extrêmes 26 et 1200 l'un par l'autre, nous obtenons 31 200 ; si nous divisons ce nombre par le *moyen connu* 125, nous trouvons, valeur de x, 24 $^{\text{kil.}}$,600, nombre égal à celui que nous a donné la méthode analytique.

De même la seconde partie de notre exemple nous amènera la proportion :

$$26 : 8 :: 100 : x.$$

Et le calcul nous conduit à 30 litres 769 millièmes pour le produit en *esprit* des 100 kilogrammes de fécule, exactement encore comme dans la méthode de l'unité.

Nous allons étudier à présent, d'après les travaux de M. Gay-Lussac, la *force réelle* et la *richesse* des liquides alcooliques, avant d'examiner les proportions d'après lesquelles on opère le *mouillage* et la *réduction* des alcools.

---

§ III. — De la force réelle des liquides alcooliques et de leur richesse.

La force d'un liquide alcoolique est le nombre de litres d'alcool pur contenus dans 100 *litres de la liqueur donnée.*

L'aréomètre de Gay-Lussac donne immédiatement cette force à la température de 15 degrés centigrades.

On trouve la quantité d'alcool *pur* contenue dans un liquide en multipliant le volume de ce liquide par l'indication de l'aréomètre.

Ainsi, une futaille contient 568 litres et l'aréomètre indique 75° ou 0,75 à 15 degrés :

```
568
  0,75
------
 28 40
397 6
------
426,00
```

Cette pièce contient 426 litres d'alcool pur.

Correction des indications alcoométriques, quand la température est au-dessous ou au-dessus de 15 *degrés centigrades.*

La force indiquée par l'alcoomètre quand la température diffère de 15 degrés, n'est qu'*apparente;* la force réelle d'un tel liquide est celle qu'il présenterait s'il était ramené à 15 degrés.

Nous donnons à la fin du volume, sous le titre de *tableaux de force réelle des liquides alcooliques*, trois tableaux des corrections qu'il est nécessaire d'opérer :

le premier se rapporte aux températures de 0 à 10 degrés; le second à celles de 11 à 20 degrés, et le troisième à celles de 21 à 30 degrés.

1° Lorsque la force apparente et la température sont en nombres entiers, il suffit de chercher dans les tableaux la correction à faire.

2° Quand elles sont en nombre fractionnaires, il faut suivre la marche suivante :

Pour la force : *négligez la fraction et cherchez la force réelle correspondante à l'entier; ajoutez-y la fraction.*

Pour la température : *prenez l'entier le plus près du nombre fractionnaire et négligez la fraction.*

Exemples.— 1° Soit un esprit marquant 52°, 6 à 27 degrés.

La force réelle des 52 à 27 degrés de température est de 47,6, en ajoutant la fraction 0,6, on a 48,2 pour force réelle du liquide.

2° Supposons la température à 19°,7, et la force apparente 52 degrés, nous chercherons la force réelle du 52 à 20 degrés de température, et nous trouverons 50°,20.

3° Si l'esprit marque 52 à 19°,3 de température, nous ne compterons cette dernière que pour 19 degrés, et nous trouverons pour force réelle 50°,6.

Correction du volume des liquides alcooliques à une température différente de 15 degrés.

Le volume d'un mélange alcoolique étant trop faible au-dessous de 15 degrés, et trop considérable au-des-

sus de cette température, nous donnons également des tables de corrections à faire en prenant 100 litres pour volume normal à 15 degrés centigrades (1).

Il faut, outre la correction de la force, faire celle du volume, si l'on veut avoir des données précises.

Exemple. — Nous avons 842 litres d'esprit qui marque 60 à 12 degrés; quels seront son volume et sa force réels?

1° Force : la force réelle est de 70 degrés centésimaux ;

2° Volume : Le volume réel de l'hectolitre est de 100^{litr},30, soit pour les 864 litres, de 866^{litr},592.

3° L'alcool pur contenu dans ces 864 litres est de :

$$866,592 \times 0,70 = 606^{litr},614.$$

Nous pensons que ces indications sont suffisantes pour obtenir aisément les différentes corrections de force et de volume qui peuvent conduire à reconnaître la force réelle et le volume d'un liquide alcoolique ramené à 15 degrés de température, ou sa richesse.

(Voir à la fin du volume les tableaux de la force réelle aux températures comprises entre 0 et 30 degrés, et les corrections de volume pour les degrés de force réelle aux mêmes etmpératures).

---

(1) Nous avons été obligé de modifier les tables de Gay-Lussac, dans leur disposition et leur base pour la commodité du lecteur. *N. B.*

§ IV. — Mouillage et réduction des alcools.

Nous entendrons, avec Gay-Lussac, par *mouillage* des alcools, toute opération dans laquelle on ajoute à une QUANTITÉ CONNUE EN VOLUME D'ALCOOL *à un degré de force donné* UN VOLUME D'EAU suffisant pour atteindre un degré de force cherché. L'alcool est supposé, dans les tables qui suivent, présenter la température de 15° centigrades, à laquelle l'alcoomètre indique la force réelle : s'il n'en était pas ainsi, il faudrait recourir aux tables des forces réelles.

Il ne s'agit ici que du nombre de *litres* d'eau qu'il faut ajouter à 100 *litres* d'alcool d'un degré donné, pour obtenir une quantité quelconque d'alcool ou d'eau-de-vie au degré cherché.

Pour arriver à ce résultat, il faut savoir que les tables de réduction sont basées sur les principes suivants :

1° La colonne verticale AC indique le degré de l'*esprit* que l'on veut modifier.

2° La colonne horizontale AB marque le degré que l'on veut obtenir.

3° La case de *coïncidence* indique le nombre de litres d'eau à ajouter au volume de 100 litres (1) d'alcool à un degré donné pour obtenir le degré cherché.

Ceci sera démontré par quelques exemples.

---

(1) Nous avons cru devoir prendre le chiffre de 100 *litres* ou 1 *hectolitre*, au lieu de celui de 1000 litres, adopté par M. Guy-Lussac.

RÉGLES ET FORMULES DU MOUILLAGE ET DE LA RÉDUCTION DES ALCOOLS.

RÈGLE 1. — Si le volume d'alcool donné est différent de 100 litres, on obtient la quantité d'eau à y ajouter pour obtenir un degré cherché en suivant la méthode suivante :

1° Cherchez dans les tables le nombre de litres d'eau qu'il faut ajouter à 100 litres de votre alcool, pour obtenir le degré cherché;

2° Multipliez par ce nombre de litres d'eau, celui de l'alcool donné;

3° Divisez le produit par 100. Le résultat indique le nombre de litres d'eau qu'il faut ajouter à votre alcool pour l'amener au degré cherché.

Exemple. — Nous avons 149 litres d'alcool à 84 degrés, nous voulons en faire du 60; combien faut-il ajouter de litres d'eau à nos 149 litres?

1° Nous cherchons combien il faut ajouter d'eau à 100 litres de 84 degrés pour en faire du 60, et nous trouvons 42^{litr},7.

2° Nous multiplions 140, nombre donné par le chiffre trouvé, 42,7.

$$149 \times 42{,}7 = 6362{,}3.$$

3° Nous divisons le produit 6362,3 par 100, et nous trouvons qu'il faut ajouter 63 litres, 623 millièmes d'eau à 149 litres d'esprit à 84 degrés pour en faire du 60.

Règle II. — La contraction du mélange d'eau et d'alcool ne permet pas de faire une simple addition du volume de l'eau ajoutée avec le volume primitif pour connaître le volume total.

Il faut pour cela multiplier le volume primitif de l'alcool par la plus grande force, et diviser le produit par la plus petite.

Exemple. — On demande quel volume on obtiendra si l'on ramène 467 litres de 84 à 62 degrés centésimaux.

Ce volume est égal à :

$$467 \times \frac{84}{62} = 632^{\text{litr}},73.$$

Au lieu de $643^{\text{litr}},993$ que donne *en apparence* l'addition de $176^{\text{litr}},993$ d'eau, avec les 467 litres de 84 degrés pour obtenir du 62°.

Règle III. — Le degré alcoolique d'un liquide étant connu, on se propose d'en faire un nombre déterminé de litres à un autre degré plus faible, il faut :

1° Multiplier le volume que l'on veut obtenir par la plus petite force ;

2° Diviser le produit par la plus grande force ;

Exemple. — Nous avons du 88 degrés, combien faut-il en prendre pour faire 527 litres de 52 degrés?

La réponse s'obtient en calculant ce qui suit :

$$527 \times \frac{52}{88} = 311^{\text{litr}},4099 \text{ ou } 311^{\text{litr}},41.$$

Nous trouvons le nombre de litres d'eau à ajouter en suivant la première règle, qui nous donne 228^{litr},57 et le volume du mélange s'obtient par la *règle* II, par laquelle on trouve comme preuve :

$$311,409 \times \frac{88}{52} = 526,999.$$

Règle IV. — Si l'on veut connaître ce qu'il faut prendre de deux *esprits*, l'un fort, l'autre faible, pour en faire une autre d'une force moyenne, il faut :

1° Multiplier la plus petite force par le nombre de litres d'eau qu'il faut pour réduire 100 litres de la moyenne force en la plus petite ;

2° Multiplier la force moyenne par le nombre de litres d'eau qu'il faut pour réduire 100 litres de la plus grande force en la moyenne ;

3° Multiplier le deuxième produit qui précède par le volume du liquide fort ;

4° Diviser ce dernier produit par le premier.

Exemple. — On veut savoir combien il faut de 38 degrés pour convertir 246 litres de 90° en 50°.

1° Il faut 32^{litr},20 d'eau pour convertir 100 litres de 50° en 38°.

Nous multiplions 38 degrés, petite force, par 32,20, et nous trouvons pour premier produit : 1223,60.

2° Il faut 84^{litr},80 d'eau pour réduire 100 litres de 90° en 50° ;

Nous multiplions 50 degrés, moyenne force, par 84,80, et nous trouvons pour deuxième produit : 4240.

3° Nous faisons la multiplication de 4240, deuxième produit par 246, volume donné du 90 degrés;

Et nous obtenons : 1 043 040;

4° Nous divisons ce nombre par 1223,60 premier produit.

Et le résultat 852[litr],43 marque combien il faut de 38 degrés pour faire du 50 degrés avec 246 litres de 90 degrés.

On peut résoudre cette question à l'aide d'une proportion dont les quatre nombres sont :

1° Le premier produit;

2° Le deuxième produit;

3° Le volume d'alcool fort;

4° Le volume d'alcool faible;

Et l'on aurait, dans le cas dont il s'agit, la proportion :

$$1223,60 : 4240 :: 246 : x = 852,43.$$

Cette formule suffit à tous les cas de ce genre.

Règle V. — On trouve le volume du mélange en observant la règle suivante :

1° Multiplier le volume de la grande force par cette force;

2° Multiplier le volume de la petite force par cette force;

3° Faire l'addition des deux produits;

4° Diviser la somme par la force moyenne;

Ainsi pour l'exemple précédent, on aurait :

1°	246	×	90	=	22140
2°	852,43	×	38	=	32292,34
3°	221,40	+	32392,34	=	54532,34
4°	54532,34	divisé par	50	=	1090 litres 646.

Et le volume de 50 degrés obtenu, en tenant compte de la contraction, est de $1090^{litr},646$ au lieu de 1098,43 que donnerait la simple addition.

---

§ V. — Concordance des degrés centésimaux avec les degrés de Cartier, à la température de 15° centigrades.

Nous empruntons ce qui suit à M. Gay-Lussac :

« La correspondance des deux instruments étant utile pour interpréter les indications de l'une par celle de l'autre, nous l'avons donnée dans les deux tables suivantes, à la température de 15 degrés. Comme on ne connaît pas exactement la valeur des degrés de Cartier, nous avons cru ne pouvoir mieux faire, pour dresser nos deux tables, que de comparer l'alcoomètre centésimal à plusieurs aréomètres en argent, que M. le Directeur général des Contributions indirectes a fait mettre à notre disposition. Nous avons supposé, ce qui est incontestable, que l'aréomètre de Cartier devait marquer 0 degré dans l'eau distillée, à la température de 12°,5 centigrades (10° de Réaumur); et pour la seconde donnée nécessaire à la formation de son échelle, nous avons trouvé qu'il marquait 28 degrés à la température de 15 degrés centigrades dans le même liquide où l'alcoomètre marquait 74 degrés; résultat qui est d'accord avec celui donné pa Baumé, que 29 degrés de Cartier correspondent à 31 des siens. Néanmoins, en comparant l'aréomètre

de Cartier, construit comme il vient d'être dit, avec ceux de la régie, nous avons trouvé entre eux, au-dessus et au-dessous de 28 degrés, des différences, en sens contraire, qui s'élèvent jusqu'à un quart de degré. L'aréomètre de Cartier marque même dans l'eau distillée près d'un demi-degré de plus qu'il ne devrait marquer.

» Cet instrument a donc dégénéré dans les mains des artistes, et cela n'a pu se faire autrement, puisqu'il n'avait qu'une base constante qui fût connue, et qu'aujourd'hui il n'en a plus aucune. C'était un inconvénient très grave pour un instrument de cette importance ; mais heureusement il ne pourra plus se présenter.

» Les deux tables suivantes, faites à la température de 15 degrés, mais servant aussi pour une température différente, donnent les indications de chaque instrument plongé dans le même liquide spiritueux. L'aréomètre de Cartier dont il est ici question est celui dont nous avons donné les bases.

» Nous faisons remarquer que, dans la table suivante, les petits chiffres 1, 2, 3, entre les degrés de Cartier, représentent des quarts de ces degrés. »

Évaluation des degrés de Cartier en degrés centésimaux, à la température de 15° centigrades.

degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.
10	0.2	15	31.6	20	52.5	25	66.9	30	78.4	35	88	40	95.4
1	1.1	1	33	1	53.3	1	67.5	1	78.9	1	88.4	1	95.7
2	2.4	2	34.4	2	54.1	2	68.3	2	79.4	2	88.8	2	96
3	3.7	3	35.6	3	54.9	3	68.8	3	80	3	89.2	3	96.3
11	5.1	16	36.9	21	55.6	26	69.4	31	80.5	36	89.6	41	96.6
1	6.5	1	38.1	1	56.4	1	70	1	81	1	90	1	96.9
2	8.1	2	39.3	2	57.2	2	70.6	2	81.5	2	90.4	2	97.2
3	9.6	3	40.4	3	58	3	71.2	3	82	3	90.8	3	97.5
12	11.2	17	41.5	22	58.7	27	71.8	32	82.5	37	91.2	42	97.7
1	12.8	1	42.5	1	59.4	1	72.3	1	82.9	1	91.5	1	98
2	44.5	2	43.5	2	60.1	2	72.9	2	83.4	2	91.9	2	98.3
3	16.3	3	44.5	3	60.8	3	73.5	3	83.9	3	92.3	3	98.5
13	18.2	18	45.5	23	61.5	28	74	33	84.4	38	92.7	43	98.8
1	20	1	46.4	1	62.2	1	74.6	1	84.8	1	93	1	99.1
2	21.8	2	47.3	2	62.9	2	75.2	2	85.3	2	93.4	2	99.4
3	23.5	3	48.2	3	63.6	3	75.7	3	85.8	3	93.7	3	99.6
14	25.2	19	49.1	24	64.2	29	76.3	34	86.2	39	94.1	44	99.8
1	26.9	1	50	1	64.9	1	76.8	1	86.7	1	94.4		
2	28.5	2	50.9	2	65.5	2	77.3	2	87.1	2	94.7		
3	30.1	3	51.7	3	66.2	3	77.9	3	87.5	3	95.1		
15	31.6	20	52.5	25	66.9	30	78.4	35	88	40	95.4		

On voit, par cette table, combien est inégale la valeur des degrés de Cartier : la différence du douzième au treizième est de 7 degrés centésimaux, et du trente-cinquième au trente-sixième seulement de 1,6.

Évaluation des degrés centésimaux en degrés de Cartier, à la température de 15° centigrades.

Degrés centésim.	Degrés de Cart.	Degrés centésim.	Degrée de Cart.	Degrés centésim.	Degrés de Cart.	Degrés centésim.	Degrés de Cart.
0	10.03	25	13.97	50	19.25	75	28.43
1	10.23	26	14.12	51	19.54	76	28.88
2	10.43	27	14.26	52	19.85	77	29.34
3	10.62	28	14.42	53	20.15	78	29.81
4	10.80	29	14.57	54	20.47	79	30.29
5	10.97	30	14.73	55	20.79	80	30.76
6	11.16	31	14.90	56	21.11	81	31.26
7	11.33	32	15.07	57	21.43	82	31.76
8	11.49	33	15.24	58	21.76	83	32.28
9	11.66	34	15.43	59	22.10	84	32.80
10	11.82	35	15.63	60	22.46	85	33.33
11	11.98	36	15.83	61	22.82	86	33.88
12	12.14	37	16.02	62	23.18	87	34.43
13	12.28	38	16.22	63	23.55	88	35.01
14	12.43	39	16.43	64	23.92	89	35.62
15	12.57	40	16.66	65	24.29	90	36.24
16	12.70	41	16.88	66	24.67	91	36.89
17	12.84	42	17.12	67	25.05	92	37.55
18	12.97	43	17.37	68	25.45	93	38.24
19	13.10	44	17.62	69	25.85	94	38.95
20	13.25	45	17.88	70	26.26	95	39.70
21	13.38	46	18.14	71	26.68	96	40.49
22	13.52	47	18.42	72	27.11	97	41.33
23	13.67	48	18.69	73	27.54	98	42.25
24	13.83	49	18.97	74	27.98	99	43.19
25	13.97	50	19.25	75	28.43	100	44.19

Nota. Ces tables, comparées à celles qui ont été données dans la loi relative à l'alcoomètre centésimal, présentent quelques légères différences dues à un nouveau calcul plus rigoureux. Pour qu'on puisse les apprécier, nous donnons à la page suivante la table de Cartier en degrés centésimaux, rapportée dans la loi.

Évaluation des degrés de Cartier en degrés centésimaux, telle qu'elle est donnée dans la loi relative à l'alcoomètre centésimal.

degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.	degr. de Cart.	degr. centés.
10	0.0	16	37.0	22	58.7	28	74.0	34	86.2	40	95.4
1	1.2	1	38.2	1	59.4	1	74.6	1	86.6	1	95.7
2	2.5	2	39.4	2	60.1	2	75.1	2	87.1	2	96.0
3	3.9	3	40.5	3	60.8	3	75.7	3	87.5	3	96.8
11	5.3	17	41.5	23	61.5	29	76.3	35	88.0	41	96.6
1	6.7	1	42.6	1	62.2	1	76.8	1	88.4	1	96.9
2	8.2	2	43.6	2	62.9	2	77.3	2	88.8	2	97.2
3	9.8	3	44.6	3	63.6	3	77.9	3	89.2	3	97.4
12	11.3	18	45.5	24	64.2	30	78.4	36	89.6	42	97.7
1	13.0	1	46.5	1	64.9	1	78.9	1	90.0	1	98.0
2	14.7	2	47.4	2	65.6	1	79.4	2	90.4	2	98.3
3	16.5	3	48.2	3	66.2	3	79.9	3	90.8	3	98.5
13	18.4	19	49.2	25	66.9	31	80.5	37	91.1	43	98.8
1	20.2	1	50.1	1	67.5	1	81.0	1	91.5	1	99.0
2	22.0	2	50.9	2	68.1	2	81.5	2	91.9	2	99.3
3	23.7	3	51.7	3	68.8	3	82.0	3	92.3	3	99.6
14	25.4	20	52.5	26	69.4	32	82.4	38	92.6	44	99.9
1	27.1	1	53.3	1	70.0	1	82.9	1	93.0		
2	28.7	2	54.1	2	70.6	2	83.4	2	93.3		
3	30.2	3	54.9	3	71.2	3	83.9	3	93.7		
15	31.7	21	55.7	27	71.8	33	84.3	39	94.0		
1	33.1	1	56.5	1	72.3	1	84.8	1	94.4		
2	34.5	2	57.2	2	72.9	2	85.3	2	94.7		
3	35.8	3	58.0	3	73.5	3	85.8	3	95.0		
16	37.0	22	58.7	28	74.0	34	86.2	40	95.4		

ÉVALUATION DE LA FORCE DES LIQUIDES SPIRITUEUX, EN DEGRÉS DE CARTIER ET EN DEGRÉS CENTÉSIMAUX.

« Les tables précédentes ne font connaître que les indications des deux instruments dans le même li-

quide spiritueux; mais comme ils ont été gradués chacun à une température différente, ces indications, la température étant de 12°,5 centigrades (10° de Réaumur), par exemple, donneront immédiatement la force du liquide spiritueux à l'aréomètre de Cartier, et auront besoin d'une correction pour l'alcoomètre.

» Si, par exemple, vous prenez un liquide spiritueux marquant 33°,5 à l'aréomètre Cartier, à la température de 12°,5 centigrades (10° de Réaumur), et que vous y plongiez l'alcoomètre, celui-ci s'y enfoncera moins qu'à la température de 15 degrés (qui est celle à laquelle il donne immédiatement la force des liquides spiritueux), de toute la qualité due à l'abaissement de température de 15° à 12°,5. Cette quantité, d'après la table de la force réelle, est de 0°65. Ainsi le liquide spiritueux dont la force est exprimée, à la température de 12°,5 par 33°,5 de Cartier, en aurait une équivalente, exprimée en degrés centésimaux, à la température de 15 degrés,

85°,3
0°,75

par........... 85°,95 ou à peu près 86°.

» Une correction semblable est nécessaire pour chaque liquide spiritueux.

» Si, dans le commerce, on était dans l'usage de faire la correction des variations de volume causées par les différences de température des liquides spiritueux, il y en aurait une semblable à faire, pour la conversion des degrés de Cartier en degrés centési-

maux, due à la différence des températures 12°,5 et 15 degrés adoptées pour les deux instruments.

» Par exemple, on a trouvé qu'un esprit de la force de 33°,5 de Cartier est le même qu'un esprit de la force de 86 degrés centésimaux; mais 1 litre de chacun des liquides ne renferme pas la même quantité d'alcool : car 1 litre du premier est mesuré à la température de 12°,5, tandis que 1 litre du deuxième l'est à celle de 15 degrés. La différence de volume due à cette différence de température est, d'après la force réelle, de 0 litre 0025; en sorte que 1 litre d'esprit de la force de 33°,5 de Cartier équivaut à 1 litre 0025 d'esprit de la force de 86 degrés centésimaux, et sa richesse est de 1 litre 0025 multiplié par 0,86, c'est-à-dire de 0,862.

Évaluation des eaux-de-vie et des esprits.

Eaux-de-vie.	18 degr. Cartier	donne du	45,5....	alcool . eau...	45.5 54.5
	19	—	49,2....	alcool . eau...	49.2 50.8
	20	—	52,5....	alcool . eau...	54.5 47.5
	21	—	55,7....	alcool . eau...	55.7 44.3
	22	—	58,7....	alcool . eau...	58.7 41.3
Eaux-de-vie doubles.	24	—	64,2....	alcool . eau...	64.2 35.8
	25	—	66,9....	alcool . eau...	66.9 33.1
	27	—	71,8....	alcool . eau...	71.8 28.2
	28	—	74,0....	alcool . eau...	74 26

Esprits....	30 degr. Cartier donne du	78,4....	alcool.	78.4
			eau...	21.6
	31 —	85,5....	alcool.	89.5
			eau...	19.5
	33 —	84,3....	alcool.	84.3
			eau...	10.7
	34 —	86,2....	alcool.	86.2
			eau...	13.8
	36 —	89,6....	alcool.	89.6
			eau...	10.4
	40 —	95,4....	alcool.	95.4
			eau...	4.6
	44 —	99,9....	alcool.	99.9
			eau...	0.1

Nota. Cette table est basée sur les évaluations de M. Gay-Lussac.

Tableau des densités des mélanges d'alcool et d'eau, de 0° à 100° centésimaux de force alcoolique, à la température de 15° centigrades.

Degrés alcooliques.	Densité.	Degrés alcooliques.	Densité.	Degrés alcooliques.	Densité.	Degrés alcooliques.	Densité.
(eau(. 0	999.12	26	947.90	52	896.67	78	845.44
1	997.15	27	945.93	53	894.70	79	843.47
2	995.18	28	943.96	54	892.73	80	841.50
3	993.21	29	941.99	55	890.76	81	839.53
4	991.24	30	940.02	56	888.79	82	837.56
5	989.27	31	938.05	57	886.82	83	835.59
6	987.30	32	936.08	58	884.85	84	833.62
7	985.33	33	934.11	59	882.88	85	831.65
8	983.36	34	932.14	60	880.91	86	829.68
9	981.39	35	930.17	61	878.94	87	827.71
10	979.42	36	928.20	62	876.97	88	825.74
11	977.45	37	926.22	63	875.««	89	823.77
12	975.48	38	924.25	64	873.03	90	821.80
13	973.51	39	922.28	65	871.06	91	819.83
14	971.54	40	920.31	66	869.09	92	817.86
15	969.57	41	918.34	67	867.12	93	815.89
16	967.60	42	916.37	68	865.15	94	813.92
17	965.63	43	914.40	69	863.18	95	811.95
18	963.66	44	912.43	70	861.21	96	809.98
19	961.69	45	910.46	71	859.24	97	808.01
20	959.72	46	908.49	72	857.27	98	806.04
21	957.75	47	906.52	73	855.30	99	804.07
22	955.78	48	904.55	74	853.33	100	802.10
23	953.80	49	902.58	75	851.36		
24	951.84	50	900.61	76	849.39	alcool absolu.	
25	949.87	51	898.64	77	847.41		

Usage de la table précédente. — Le principal usage de cette table consiste en ce que le degré alcoolique d'un liquide étant connu, on peut en déduire le poids

du litre, ou unité de volume et réciproquement. On peut encore déduire le degré alcoolique de la densité, quand cette densité seule est indiquée. Ainsi, nous avons vu que Brande avait analysé les vins et qu'il avait établi, par ses recherches, le nombre de litres d'alcool, à 825 de densité, contenus dans 100 litres de la plupart de ces liquides. Si nous supposons que cette densité a été mesurée à la température moyenne de 15 degrés centigrades, nous trouverons, en nous reportant à la table, que cet alcool de Brande correspond à du 86°,7 centésimaux.

Cette table est fondée sur les données suivantes :

1° A 15 degrés centigrades la densité de l'eau n'est que de 999,125 au lieu de 1000 ;

2° A la même température, la densité de l'alcool pur est de 802,10 ;

3° La différence entre ces deux densités, divisée par 100, est la différence correspondante à un degré alcoolique : elle répond au nombre 1,97025.

Nous avons choisi la température de 15 degrés pour établir cette table, par la raison que les indications alcoométriques de Gay-Lussac, l'ont également prise pour base, et que les tables de correction donnent le moyen de ramener constamment les liquides alcooliques à cette température normale.

§ VI. — Renseignements divers.

A. — Composition de l'eau.

On a beaucoup parlé, dans ces derniers temps, de la qualité des eaux destinées à l'alcoolisation ; les un préfèrent les eaux de telle rivière, les autres celles de pluie, etc. Les eaux ordinaires de rivière sont très utilisables, et bien que celles de citerne soient les plus pures, on peut employer à son gré les eaux de toute provenance, pourvu qu'elles ne soient pas séléniteuses ou trop chargées de sulfate de chaux.

Nous donnons un exemple de cette composition de l'eau dans l'analyse suivante des eaux qui servent à la ville de Paris. Cette analyse, faite en moyenne sur un mélange provenant des eaux du canal de l'Ourcq, de la Bièvre et de la Seine à diverses hauteurs, donne les sels contenus dans 15 litres du liquide.

Sulfatede chaux................	4 gr.	47
Carbonate.....................	2	60
Sels de potasse, etc............	2	36
Chlorhydrate de soude..........	0	18
Matières végétales..............	1	47
Total moyen.........	13 gr.	08

En rapprochant cette analyse, faite par nous l'an dernier, des résultats obtenus en 1816, et consignés dans le tableau suivant, on peut se rendre compte de la valeur de ces eaux, et arriver à cette conclusion que les eaux de Seine sont moins impures que les autres qui lui ont été comparées. Il y a plus : les eaux de ce fleuve se déchargent d'une partie de leurs sels en traversant la capitale, car elles sont moins chargées au-dessous de Paris qu'à toute autre hauteur.

Analyse des eaux de Paris, faite en août 1816.

SUBSTANCES.	CANAL DE L'OURCQ, comprenant cinq rivières.		PRÉS ST-GERVAIS.		BELLEVILLE. et Ménilmontant.		ARCUEIL.		BIÈVRE, avant l'entrée à Paris.		SEINE, au-dessus de la Bièvre.		SEINE, sous Paris.	
	gram,	cent.	gram,	cent.	gram.	cent.	gram.	cent.	gram.	cent.	gram.	cent,	gram.	cent.
Sulfate calcaire........	0	257	6	655	17	040	2	528	3	758	0	761	0	295
Carbonate calcaire	2	993	3	540	3	830	2	536	2	047	1	494	1	940
Sels déliquescents........	0	417	6	647	5	518	1	646	1	638	0	171	0	378
Hydrochlorate de soude ...	0	114	0	439	0	347	0	290	0	169	....		....	
Matière végétale et eau....	1	344	4	000	2	338	1	835	2	212	0	365	0	308
Sur quinze litres de chacune des eaux évaporées, reste le poids total du résidu..	5	144	21	281	27	073	8	835	9	824	2	791	2	921

Tableau comparatif des degrés centigrades avec les degrés de Réaumur.

Centigrades.	Réaumur.	Réaumur.	Centigrades.	Centigrades.	Réaumur.	Réaumur.	Centigrades.	Centigrades.	Réaumur.	Réaumur.	Centigrades.
0°	0°	0°	0°	34°	27°,2	34°	42°,5	68°	54°,4	68°	85°
1	0,8	1	1,25	35	28	35	43,75	69	55,2	69	86,25
2	1,6	2	2,5	36	28,8	36	45 -	70	56	70	87,5
3	2,4	3	3,75	37	29,6	37	46,25	71	56,8	71	88,75
4	3,2	4	5	38	30,4	38	47,5	72	57,6	72	90
5	4	5	6,25	39	31,2	39	48,75	73	58,4	73	91,25
6	4,8	6	7,5	40	32	40	50	74	59,2	74	92,5
7	5,6	7	8,75	41	32,8	41	51,25	75	60	75	93,75
8	6,4	8	10	42	33,6	42	52,5	76	60,8	76	95
9	7,2	9	11,25	43	34,4	43	53,75	77	61,6	77	96,25
10	8	10	12,5	44	35,2	44	55	78	62,4	78	97,5
11	8,8	11	13,75	45	36	45	56,25	79	63,2	79	98,75
12	9,6	12	15	46	36,8	46	57,5	80	64	80	100
13	10,4	13	16,25	47	37,6	47	58,75	81	64,8	81	101,25
14	11,2	14	17,5	48	38,4	48	60	82	65,6	82	102,5
15	12	15	18,75	49	39,2	49	61,25	83	66,4	83	103,75
16	12,8	16	20	50	40	50	62,5	84	67,2	84	105
17	13,6	17	21,25	51	40,8	51	63,75	85	68	85	106,25
18	14,4	18	22,5	52	41,6	52	65	86	68,8	86	107,5
19	15,2	19	23,75	53	42,4	53	66,25	87	69,6	87	108,75
20	16	20	26	54	43,2	54	67,5	88	70,4	88	110
21	16,8	21	26,25	55	44	55	68,75	89	71,2	89	111,25
22	17,6	22	27,4	56	44,8	56	70	90	72	90	112,5
23	18,4	23	28,75	57	45,6	57	71,25	91	72,8	91	113,75
24	19,2	24	30	58	46,4	58	72,5	92	73,6	92	115
25	20	25	31,25	59	47,2	59	73,75	93	74,4	93	116,25
26	20,8	26	32,5	60	48	60	75	94	75,2	94	117,5
27	21,6	27	33,75	61	48,8	61	76,25	95	76	95	118,75
28	22,4	28	35	62	49,6	62	77,5	96	76,8	96	120
29	23,2	29	36,25	63	50,4	63	78,75	97	77,6	97	121,25
30	24	30	37,5	64	51,2	64	80	98	78,4	98	122,5
31	24,8	31	38,75	65	52	65	81.25	99	79.2	99	123,75
32	25,6	32	40	66	52,8	66	82,5	100	80	100	125
33	26,4	33	41,25	67	53,6	67	83,75				

Correspondance des principales mesures anglaises et françaises de capacité et de poids.

MESURES DE CAPACITÉ.

ANGLAISES.	FRANÇAISES.
Pint (1/8 de gallon	0,567932 litre.
Quart (1/4 de gallon).........	1,135864 litre.
Gallon impérial...............	4,54345797 litres.
Peck (2 gallons).............	9,0869159 litres.
Bushel (8 gallons)...........	36,347664 litres.
Sack (3 bushels).............	1,09043 hectolitres.
Quarter (8 bushels)	2,907813 hectolitres.
Chaldron (12 sacks)..........	13,08516 hectolitres.

FRANÇAISES.	ANGLAISES.
Litre......................	1,760773 pint. 0,2200967 gallons.
Décalitre..................	2,2009668 gallons.
Hectolitre.................	22,009668 gallons.

POIDS.

ANGLAIS. TROY.	FRANÇAIS.
Grain (24e de pennyweight) ...	0,064798 gramme.
Pennyweight (20e d'once)	1,555160 gramme.
Once (12e de livre troy).......	31,103191 grammes.
Livre troy imp. (5760 grains)..	373,238296 grammes.

ANGLAIS. AVOIRDUPOIS.	FRANÇAIS.
Dram (16e d'once)	1,772 gramme.
Once (16e de la livre).........	28,349 grammes.
Livre avoirdupois (7000 gr.) ...	453,588 grammes.
Quintal (112 livres)	50,80 kilogrammes.
Ton (20 quintaux)...........	1016,04 kilogrammes.

FRANÇAIS.	ANGLAIS.
Gramme..................	15,4325 grains troy. 0,6430 pennyweight.
Kilogramme	15432,5 grains troy. 2,6793 livres troy. ,2046 liv. avoirdupois.

Du jaugeage.

Nous ne pouvons parler ici des nombreux procédés de jaugeage à l'aide de la règle divisée, appelée jauge ou velte. Les formes des fûts destinés à recevoir les liquides sont trop multipliées, et c'est à ce point, que les contributions indirectes n'emploient pas moins de quinze ou seize barèmes différents.

On peut considérer un tonneau comme deux *cônes* tronqués et adossés base à base.

Pour obtenir le volume d'un cône tronqué, on doit multiplier la surface moyenne des deux bases par la hauteur du cône. Dans le tonneau, un cône a pour hauteur la distance du fond intérieur au plan du bouge, en passant par le centre ; c'est la moitié de l'axe.

On trouve le volume d'un tonneau en réduisant d'abord la surface conique en surface cylindrique, et pour cela, voici ce qu'il faut faire :

On cherche la surface du fond, en multipliant le diamètre *réduit* ou intérieur par lui-même ;

On procède de même pour le diamètre du bouge ou de la bonde, ou grand diamètre, en agissant de la même manière, et l'on obtient la surface de la base.

Ces deux surfaces étant connues, on les additionne, et l'on prend la moitié de la somme ; on en cherche la moitié, on divise cette moitié par 2, et le résultat par 7 ; et l'on multiplie le total par la longueur, ce qui donne le volume, pourvu qu'on ajoute au résultat 1 pour 100 pour la courbure des douves.

Exemple. — Soit donné un tonneau dont la longueur est 85 centimètres, le diamètre réduit du fond, $0^m,42$, et celui du bouge, $0^m,47$; on demande sa contenance.

Diamètre du fond...	0,42 × 0,42 =	0,1764
Diamètre du bouge..	0,47 × 0,47 =	0,2209
Total..............		0,3973
Moitié du total..................		0,19865
Moitié du résultat...........	=	0,099325
Moitié de la moitié..........	=	0,0496625
Septième du résultat précédent.	=	0,00709464
Total..............		0,15608214
Multiplié par la longueur.........		0,85
Produit.....................	=	0,132669819
Plus 1 pour 100................	=	0,00132669819
Volume...............	=	$0^m,13399651719$

Et la contenance de la futaille donnée sera de $134^{lit.}$, à très peu près.

De quelques brevets.

Nous n'augmenterons pas inutilement cet ouvrage par la longue nomenclature des milliers de brevets qui ont été pris en matière d'alcoolisation, et nous nous contenterons d'indiquer ceux qui ont été pris au

sujet de la betterave. On pourra juger ainsi du peu de sérieux de certains, qui prétendent aujourd'hui à la propriété de tout ce qui se fait dans la distillation de cette plante.

1° 1832. — LOUVET, GILLES, et JALLU, de Péronne (le 31 janvier), pour la distillation de la betterave, appareil Derosne. Durée, 10 ans.

2° 1838. — LIEBERMANN, de Paris (le 28 décembre), pour la distillation des betteraves. Durée, 10 ans.

3° 1838. — NICOLLE, WALTRINGUE, BRONGNIART et MONROY, d'Arras (8 décembre), même objet. Durée, 5 ans.

4° 1844. — LALENNE-DELGRANGE, de Valenciennes (29 octobre), même objet. Durée, 15 ans.

5° 1846. — DOUAY-LESENS, de Marly (Nord) 27 août même objet. Durée, 15 ans.

6° 1846. — Id. id. Procédé de dessiccation de la betterave, etc. (5 octobre). Durée, 15 ans.

Addition le 19 octobre 1846.

7° 1847. — CHEVAL frères, d'Estreux (4 juin), distillation de la betterave. Durée, 15 ans.

8° 1852. — GENOT, de Saint-Ladre (27 janvier), même objet.

Addition le 14 décembre 1852.

9° — DUBRUNFAUT, de Bercy (9 octobre 1852), même objet. Emploi des résidus.

Addition le 14 décembre 1852.

La plupart des brevets pris sur ces matières ne peuvent avoir aucune influence sur l'alcoolisation, car un grand nombre sont tombés dans le domaine public, et les principes connus *antérieurement* peuvent être appliqués par tous, sans se préoccuper d'une prime illusoire.

Que le distillateur mette donc en œuvre les méthodes que nous avons tracées dans cet ouvrage, sur les données scientifiques et les résultats pratiques, sans se soucier de toutes ces vieilles inventions, dont la propriété réelle appartient à nos devanciers, lesquels ont indiqué les procédés et méthodes que l'on a cherché à rajeunir.

Usage de la table de correction de volume.

La correction de volume repose sur ce fait que le volume n'est fixe qu'à 15 degrés de température. Quand donc on observe un liquide alcoolique à une température inférieure à 15 degrés, la liqueur subira une augmentation de volume pour revenir à cette température normale. Au contraire, ce volume diminuera pour revenir à 15 degrés, si l'on observe la liqueur à une température supérieure.

Ainsi, 100 litres d'esprit à 40 degrés de force et à 5 degrés de température, représenteront 100 litres 8 décilitres à 15 degrés ; 100 litres 8 représente le volume réel.

100 litres à 83 degrés de force et à 24 degrés de

température, ne sont en réalité que 99 litres 1 décilitre à 15 degrés.

Comme l'alcoométrie repose sur cette température de 15 degrés centigrades, la correction de volume est indipensable, et les tables que nous donnons, à la suite de celles de la force réelle, facilitent cette correction.

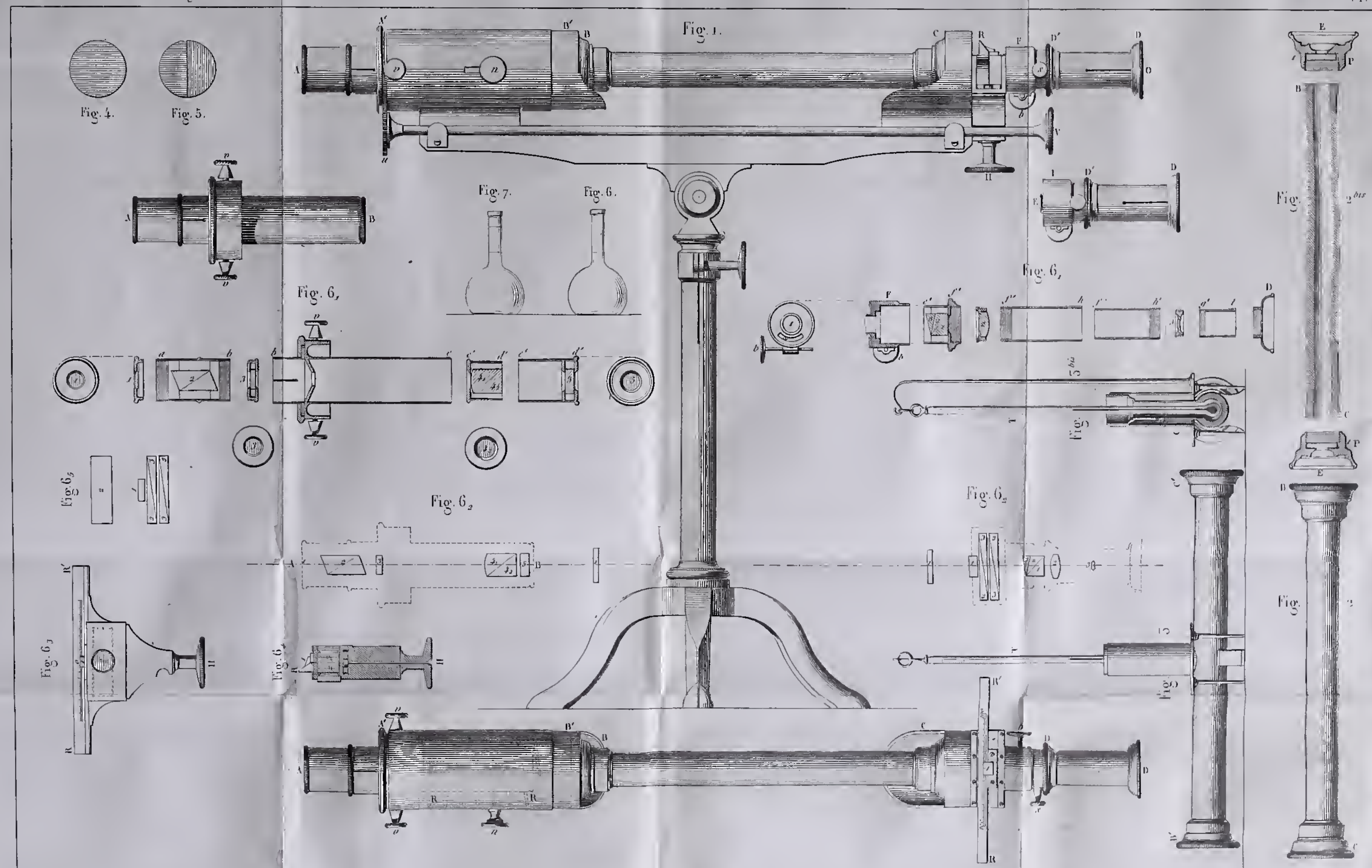
TABLE DES MATIÈRES.

DEUXIÈME PARTIE, PRATIQUE DE L'ALCOOLISATION.

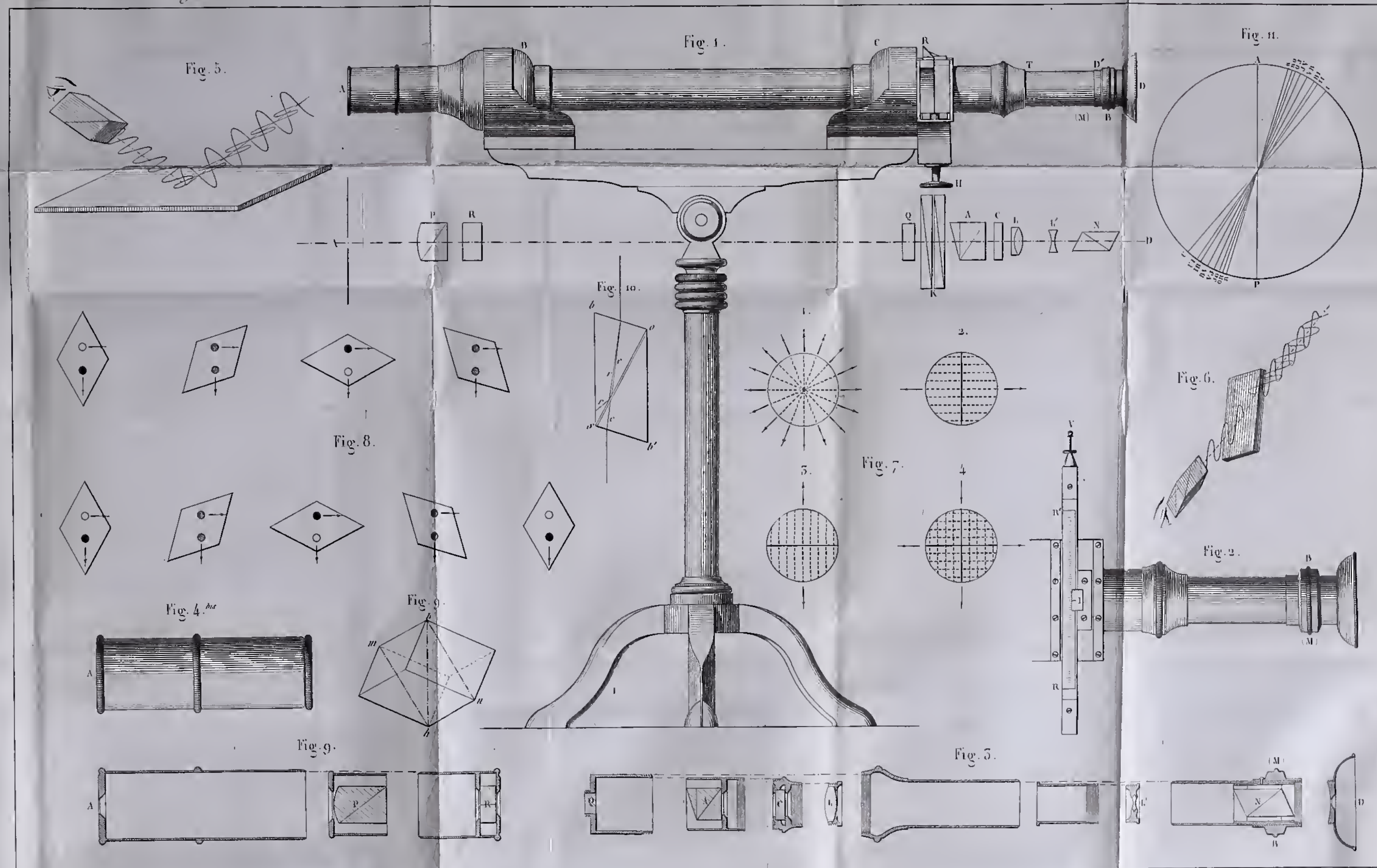
NOTES.

TROISIÈME PARTIE.





N. Rémond imp. r. des Noyers, 65, Paris.		Gravé par J. Wormser



N. Rémond imp. r. des Noyers. 65. Paris. Gravé par E. Wormser

Saccharificateur modifié.

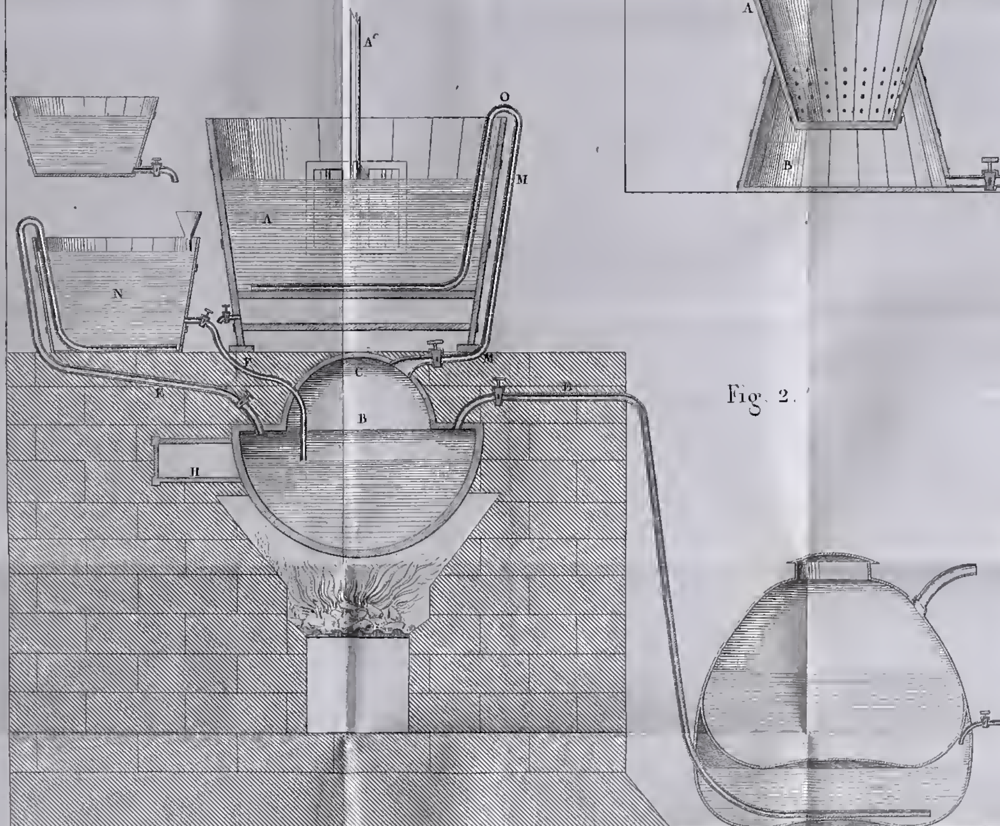


Fig. 2.

Filtrateur.

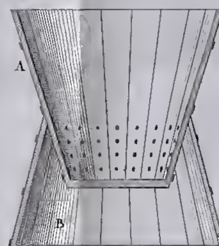


Fig. 3.

Cuves à fermentation.

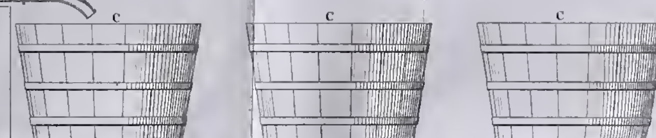
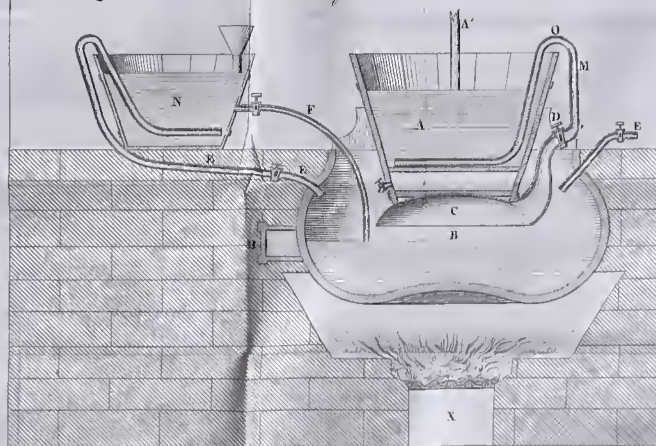


Fig. 1. *Saccharificateur.* *(Page 96)*



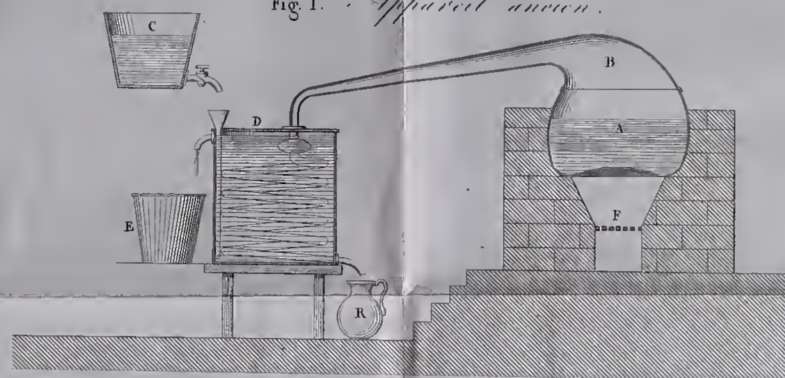


Fig. 1. Appareil ancien.

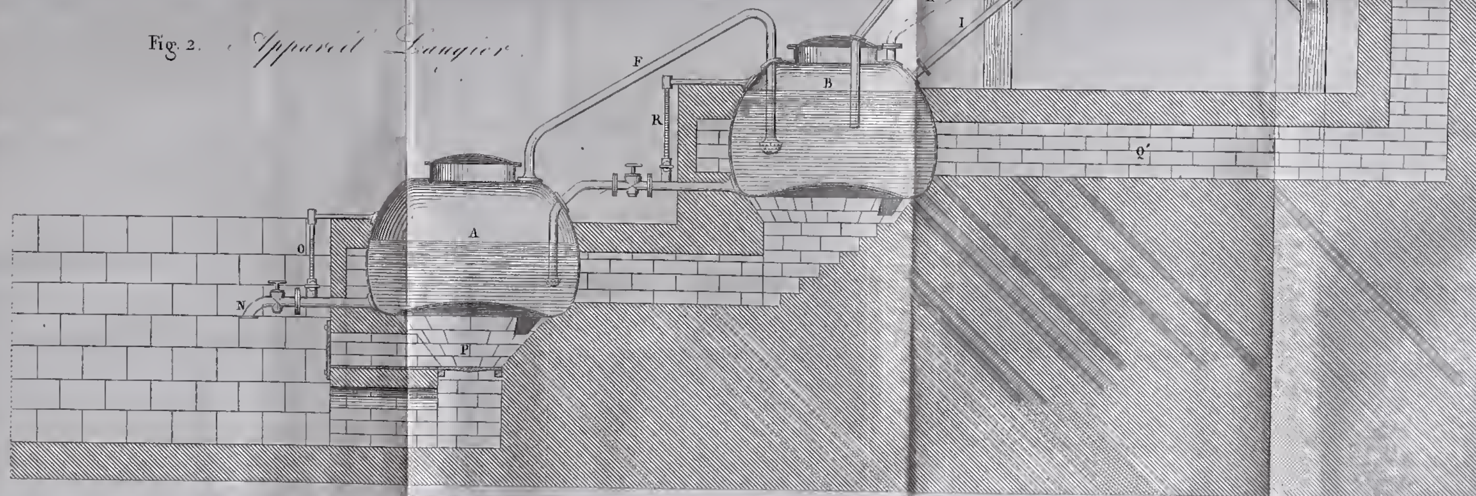
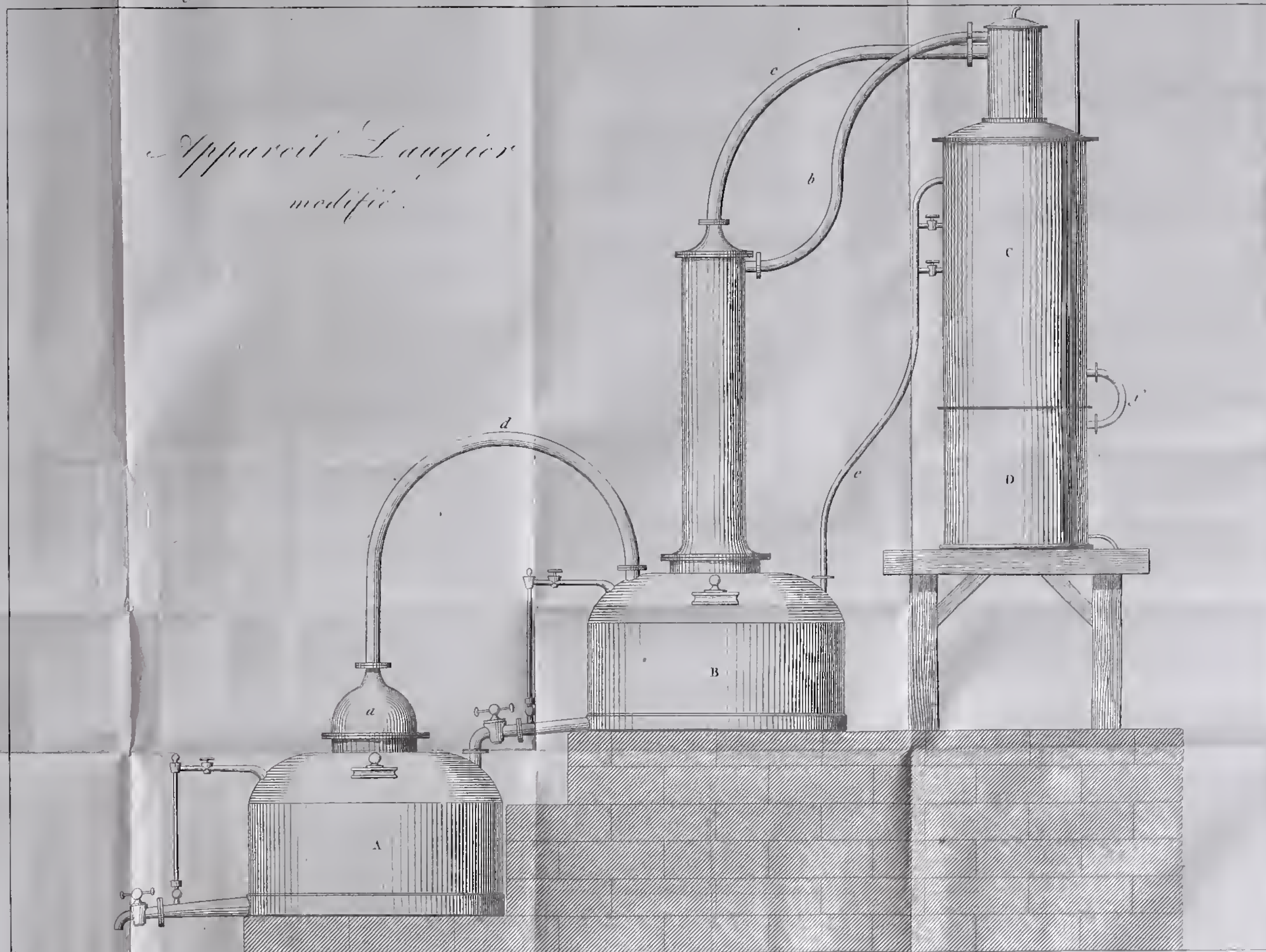
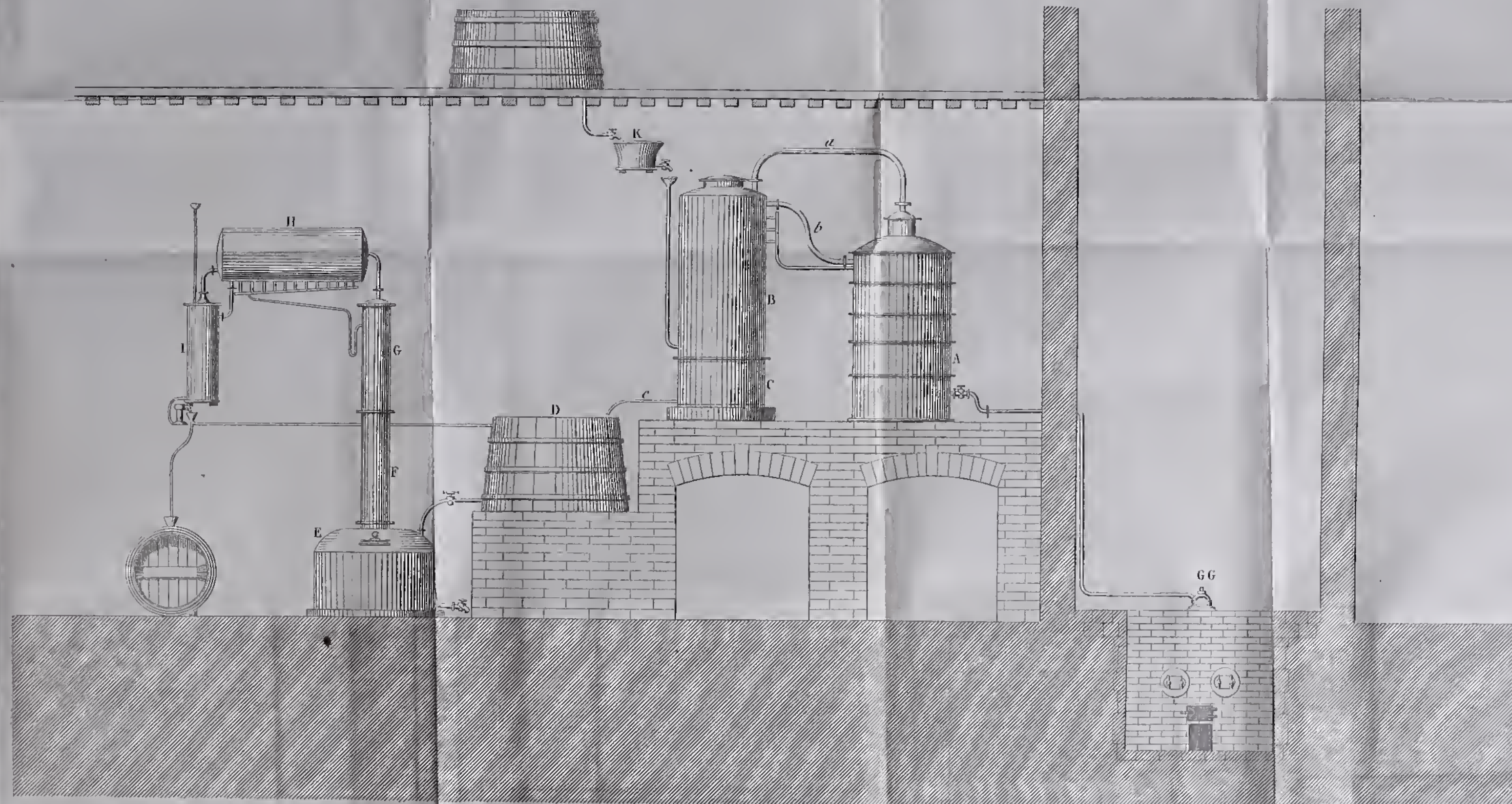


Fig. 2. Appareil Laugier.



N. Rémond imp. r. des Noyers, 65, Paris. Sauvageot dessinateur



N. Rémond imp. r. des Noyers, 65 Paris.

Sauvageot dessinateur.

Tableaux de la Force réelle des Liquides alcooliques pour toutes les températures de 0° à 30°.

1er Tableau, de 1° à 10° de Température.

Force apparente.	Force réelle aux températures de:										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
1°	1,3	"	"	"	"	1,4	"	"	"	"	1,4
2°	2,4	"	"	"	"	2,5	"	"	"	"	2,4
3°	3,4	"	"	"	"	3,5	"	"	"	"	3,4
4°	4,4	"	"	"	"	4,5	"	"	"	"	4,5
5°	5,4	"	"	"	"	5,5	"	"	"	"	5,5
6°	6,5	"	"	"	"	6,6	"	"	"	"	6,5
7°	7,5	"	"	"	"	7,7	"	"	"	"	7,5
8°	8,6	"	"	"	"	8,7	"	"	"	"	8,5
9°	9,7	"	"	"	"	9,8	"	"	"	"	9,5
10°	10,9	"	"	"	"	10,9	"	"	"	"	10,6
11°	12,2	"	"	"	"	12,1	"	"	"	"	11,7
12°	13,4	13,4	13,4	13,3	13,3	13,2	13,1	13,	13,	12,9	12,7
13°	14,7	14,7	14,7	14,6	14,5	14,4	14,3	14,2	14,1	14,	13,8
14°	16,1	16,	16,	15,9	15,8	15,7	15,6	15,4	15,3	15,1	14,9
15°	17,5	17,3	17,2	17,1	16,9	16,8	16,7	16,6	16,4	16,2	16,
16°	18,9	18,7	18,5	18,3	18,1	18,	17,8	17,7	17,5	17,3	17,
17°	20,3	20,	19,8	19,6	19,4	19,2	19,	18,8	18,6	18,4	18,1
18°	21,6	21,3	21,1	20,8	20,6	20,4	20,2	20,	19,7	19,5	19,2
19°	22,9	22,6	22,3	22,	21,8	21,5	21,3	21,	20,7	20,5	20,2
20°	24,2	23,9	23,6	23,3	23,	22,7	22,4	22,1	21,8	21,6	21,3
21°	25,6	25,3	24,9	24,6	24,3	24,	23,6	23,3	23,	22,7	22,4
22°	27,	26,7	26,3	25,9	25,6	25,2	24,9	24,6	24,2	23,9	23,5
23°	28,4	28,	27,5	27,1	26,8	26,4	26,	25,7	25,3	25,	24,6
24°	29,7	29,2	28,8	28,4	28,	27,6	27,2	26,9	26,5	26,1	25,7
25°	30,9	30,4	30,	29,6	29,2	28,8	28,4	28,	27,6	27,2	26,8
26°	32,1	31,6	31,2	30,8	30,4	30,	29,6	29,2	28,8	28,4	27,9
27°	33,2	32,7	32,3	31,9	31,4	31,	30,6	30,2	29,8	29,4	29,
28°	34,3	33,8	33,3	32,9	32,5	32,1	31,6	31,2	30,8	30,4	30,
29°	35,3	34,8	34,4	33,9	33,5	33,1	32,6	32,2	31,8	31,4	31,
30°	36,3	35,8	35,4	34,9	34,5	34,1	33,6	33,2	32,8	32,4	32,
31°	37,3	36,8	36,4	36,	35,5	35,1	34,7	34,2	33,8	33,4	33,
32°	38,3	37,8	37,4	37,	36,5	36,1	35,7	35,2	34,8	34,4	34,
33°	39,2	38,8	38,4	38,	37,5	37,1	36,7	36,2	35,8	35,4	35,
34°	40,2	39,8	39,4	39,	38,5	38,1	37,7	37,2	36,8	36,4	36,

Force apparente.	Force réelle aux températures de:										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
35°	41,1	40,8	40,4	40,	39,5	39,1	38,7	38,2	37,8	37,4	37,
36°	42,1	41,8	41,4	41,	40,5	40,1	39,7	39,2	38,8	38,4	38,
37°	43,1	42,7	42,3	42,	41,5	41,1	40,7	40,2	39,8	39,4	39,
38°	44,	43,7	43,3	42,9	42,5	42,1	41,6	41,2	40,8	40,4	40,
39°	45,	44,6	44,2	43,9	43,5	43,1	42,6	42,2	41,8	41,4	41,
40°	45,9	45,5	45,1	44,8	44,4	44,	43,6	43,2	42,8	42,4	42,
41°	46,9	46,5	46,1	45,8	45,4	45,	44,6	44,2	43,8	43,4	43,
42°	47,9	47,5	47,1	46,7	46,4	45,9	45,5	45,1	44,8	44,4	44,
43°	48,8	48,4	48,1	47,7	47,4	46,9	46,5	46,1	45,8	45,4	45,
44°	49,8	49,4	49,	48,6	48,3	47,9	47,5	47,1	46,8	46,4	46,
45°	50,7	50,3	49,9	49,6	49,2	48,8	48,4	48,1	47,7	47,3	46,9
46°	51,7	51,3	50,9	50,5	50,2	49,8	49,4	49,1	48,7	48,3	47,9
47°	52,6	52,2	51,8	51,5	51,1	50,7	50,4	50,1	49,7	49,3	48,9
48°	53,5	53,2	52,8	52,4	52,1	51,7	51,4	51,	50,6	50,2	49,9
49°	54,5	54,2	53,8	53,4	53,	52,7	52,4	52,	51,6	51,2	50,9
50°	55,4	55,1	54,7	54,3	54,	53,6	53,3	52,9	52,6	52,2	51,8
51°	56,4	56,	55,7	55,3	55,	54,6	54,3	53,9	53,6	53,2	52,8
52°	57,3	57,	56,6	56,3	56,	55,6	55,2	54,9	54,6	54,2	53,8
53°	58,3	57,9	57,6	57,2	56,9	56,6	56,2	55,9	55,5	55,1	54,8
54°	59,2	58,9	58,5	58,2	57,9	57,5	57,1	56,8	56,5	56,1	55,8
55°	60,2	59,9	59,5	59,2	58,9	58,5	58,1	57,8	57,5	57,1	56,8
56°	61,2	60,9	60,5	60,2	59,8	59,5	59,1	58,8	58,5	58,1	57,8
57°	62,1	61,8	61,5	61,1	60,8	60,4	60,1	59,8	59,5	59,1	58,8
58°	63,1	62,8	62,4	62,1	61,7	61,4	61,	60,7	60,4	60,	59,8
59°	64,1	63,8	63,4	63,1	62,7	62,4	62,	61,7	61,4	61,	60,7
60°	65,	64,7	64,4	64,1	63,7	63,4	63,	62,7	62,4	62,	61,7
61°	66,	65,7	65,3	65,	64,7	64,3	64,	63,7	63,4	63,	62,7
62°	67,	66,7	66,3	66,	65,7	65,3	65,	64,7	64,4	64,	63,7
63°	68,	67,7	67,3	67,	66,6	66,3	66,	65,7	65,4	65,	64,7
64°	68,9	68,6	68,3	68,	67,6	67,3	67,	66,7	66,4	66,	65,7
65°	69,9	69,6	69,3	68,9	68,6	68,3	68,	67,6	67,3	67,	66,7
66°	70,8	70,5	70,2	69,9	69,5	69,2	68,9	68,6	68,3	67,9	67,6
67°	71,8	71,5	71,2	70,8	70,5	70,2	69,9	69,6	69,3	68,9	68,6
68°	72,7	72,4	72,1	71,8	71,5	71,2	70,9	70,6	70,2	69,9	69,6

Force apparente.	Force réelle aux températures de:										
	0°	1°	2°	3°	4.	5°	6°	7°	8°	9°	10°
69°	73,7	73,4	73,1	72,8	72,5	72,2	71,9	71,5	71,2	70,9	70,6
70°	74,7	74,3	74,	73,7	73,4	73,1	72,8	72,5	72,2	71,9	71,6
71°	75,6	75,3	75,	74,7	74,4	74,1	73,8	73,5	73,2	72,9	72,6
72°	76,6	76,3	76,	75,7	75,3	75,	74,7	74,4	74,1	73,8	73,5
73°	77,6	77,3	77,	76,7	76,3	76,	75,7	75,4	75,1	74,8	74,5
74°	78,6	78,3	78,	77,7	77,3	77,	76,7	76,4	76,1	75,8	75,5
75°	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	78,	77,7	77,4	77,1	76,8	76,5
76°	80,5	80,2	79,9	79,6	79,3	79,	78,7	78,4	78,1	77,8	77,5
77°	81,5	81,2	80,9	80,6	80,3	80,	79,7	79,4	79,1	78,8	78,5
78°	82,4	82,1	81,9	81,6	81,3	81,	80,7	80,4	80,1	79,8	79,5
79°	83,3	83,1	82,8	82,5	82,2	81,9	81,6	81,4	81,1	80,8	80,5
80°	84,3	84,	83,7	83,5	83,2	82,9	82,6	82,3	82,	81,7	81,5
81°	85,2	85,	84,7	84,4	84,2	83,9	83,6	83,3	83,	82,7	82,4
82°	86,2	85,9	85,6	85,4	85,1	84,8	84,5	84,2	84,	83,7	83,4
83°	87,1	86,8	86,6	86,3	86,1	85,8	85,5	85,2	85	84,7	84,4
84°	88,	87,8	87,5	87,3	87,	86,7	86,5	86,2	85,9	85,7	85,4
85°	88,9	88,7	88,5	88,2	87,9	87,7	87,4	87,2	86,9	86,6	86,4
86°	89,9	89,6	89,4	89,2	88,9	88,6	88,4	88,1	87,9	87,6	87,4
87°	90,8	90,5	90,3	90,1	89,8	89,6	89,3	89,1	88,8	88,6	88,3
88°	91,7	91,5	91,2	91,	90,8	90,5	90,2	90,	89,8	89,5	89,3
89°	92,6	92,4	92,2	91,9	91,7	91,5	91,2	91,	90,7	90,5	90,2
90°	93,6	93,3	93,1	92,9	92,7	92,4	92,2	91,9	91,7	91,5	91,2
91°	94,5	94,3	94,	93,8	93,6	93,4	93,1	92,9	92,7	92,5	92,2
92°	95,3	95,1	94,9	94,7	94,5	94,3	94,1	93,9	93,6	93,4	93,2
93°	96,2	96,	95,8	95,6	95,4	95,2	95,	94,8	94,6	94,4	94,2
94°	97,1	96,9	96,7	96,5	96,3	96,1	95,9	95,7	95,5	95,3	95,1
95°	98,	97,8	97,6	97,4	97,2	97,	96,8	96,6	96,4	96,2	96,
96°	98,8	98,6	98,5	98,3	98,1	98,9	97,8	97,6	97,4	97,2	97,
97°	99,7	99,5	99,3	99,2	99,	98,8	98,7	98,5	98,3	98,1	98,
98°	"	"	"	"	99,9	99,7	99,6	99,4	99,2	99,1	98,9
99°	"	"	"	"	"	"	"	"	"	100,	99,9
100°	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Lith. F. Goyer, pass. Dauphine, 7.

Tableaux de la Force réelle des liquides alcooliques pour toutes les températures de 0° à 30°.

2e Tableau, de 11° à 20° de Température.

Force apparente	Force réelle aux températures de : 11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
1°	1, 3	1, 2	1, 2	1, 1	1,	0, 9	0, 8	0, 7	0, 6	0, 5
2°	2, 4	2, 3	2, 2	2, 1	2,	1, 9	1, 8	1, 7	1, 7	1, 5
3°	3, 4	3, 3	3, 2	3, 1	3,	2, 9	2, 8	2, 7	2, 6	2, 4
4°	4, 4	4, 3	4, 2	4, 1	4,	3, 9	3, 8	3, 7	3, 6	3, 4
5°	5, 4	5, 3	5, 2	5, 1	5,	4, 9	4, 8	4, 7	4, 5	4, 4
6°	6, 4	6, 3	6, 2	6, 1	6.	5, 9	5, 8	5, 7	5, 5	5, 4
7°	7, 4	7, 3	7, 2	7, 1	7,	6, 9	6, 8	6, 7	6, 5	6, 4
8°	8, 4	8, 3	8, 2	8, 1	8.	7, 9	7, 8	7, 7	7, 5	7, 3
9°	9, 4	9, 3	9, 2	9, 1	9,	8, 9	8, 8	8, 7	8, 5	8, 3
10°	10, 5	10, 4	10, 3	10, 2	10,	9, 9	9, 8	9, 7	9, 5	9, 3
11°	11, 6	11, 5	11, 4	11, 2	11,	10, 9	10, 8	10, 7	10, 5	10, 3
12°	12, 6	12, 5	12, 4	12, 2	12.	11, 9	11, 7	11, 6	11, 4	11, 2
13°	13, 6	13, 5	13, 4	13, 2	13.	12, 9	12, 7	12, 5	12, 4	12, 2
14°	14, 7	14, 6	14, 4	14, 2	14,	13, 9	13, 7	13, 5	13, 3	13, 1
15°	15, 8	15, 6	15, 4	15, 2	15.	14, 9	14, 7	14, 5	14, 3	14, .
16°	16, 8	16, 6	16, 4	16, 2	16.	15, 9	15, 6	15, 4	15, 2	14, 9
17°	17, 9	17, 6	17, 4	17, 2	17,	16, 9	16, 6	16, 3	16, 1	15, 8
18°	19, .	18, 7	18, 5	18, 2	18,	17, 8	17, 5	17, 3	17, .	16, 7
19°	20,	19, 7	19, 5	19, 2	19.	18, 7	18, 4	18, 2	17, 9	17, 6
20°	21, .	20, 7	20, 5	20, 2	20	19, 7	19, 4	19, 1	18, 8	18, 5
21°	22, 1	21, 8	21, 5	21, 2	21.	20, 7	20, 4	20, 1	19, 8	19, 5
22°	23, 2	22, 9	22, 6	22, 3	22,	21, 7	21, 4	21, 1	20, 8	20, 5
23°	24, 3	24, .	23, 6	23, 3	23.	22, 7	22, 4	22, .	21, 7	21, 4
24°	25, 4	25, 1	24, 7	24, 3	24,	23, 7	23, 4	23, .	22, 7	22, 4
25°	26, 5	26, 1	25, 7	25, 3	25,	24, 7	24, 4	24, .	23, 6	23, 3
26°	27, 6	27, 2	26, 8	26, 4	26,	25, 7	25, 4	25, .	24, 6	24, 3
27°	28, 6	28, 2	27, 8	27, 4	27,	26, 6	26, 3	25, 9	25, 5	25, 2
28°	29, 6	29, 2	28, 8	28, 4	28,	27, 6	27, 3	26, 9	26, 5	26, 1
29°	30, 6	30, 2	29, 8	29, 4	29,	28, 6	28, 2	27, 8	27, 4	27, 1
30°	31, 6	31, 2	30, 8	30, 4	30.	29, 6	29, 2	28, 8	28, 4	28, .
31°	32, 6	32, 2	31, 8	31, 4	31,	30, 5	30, 2	29, 8	29, 4	29, .
32°	33, 6	33, 2	32, 8	32, 4	32,	31, 6	31, 2	30, 8	30, 4	30, .
33°	34, 6	34, 2	33, 8	33, 4	33	32, 5	32, 1	31, 7	31, 3	30, 9
34°	35, 6	35, 2	34, 8	34, 4	34	33, 5	33, 1	32, 7	32, 3	31, 9

Force apparente	Force réelle aux températures de : 11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
35°	36, 6	36, 2	35, 8	35, 4	35, .	34, 5	34, 1	33, 7	33, 3	32, 9
36°	37, 6	37, 2	36, 8	36, 4	36, .	35, 5	35, 1	34, 7	34, 3	33, 9
37°	38, 6	38, 2	37, 8	37, 4	37,	36, 5	36, 1	35, 7	35, 3	34, 9
38°	39, 6	39, 2	38, 8	38, 4	38,	37, 5	37, 1	36, 7	36, 3	35, 9
39°	40, 6	40, 2	39, 8	39, 4	39.	38, 5	38, 1	37, 7	37, 3	36, 9
40°	41, 6	41, 2	40, 8	40, 4	40,	39, 5	39, 1	38, 7	38, 3	37, 9
41°	42, 6	42, 2	41, 8	41, 4	41,	40, 6	40, 2	39, 8	39, 4	39, .
42°	43, 6	43, 2	42, 8	42, 4	42,	41, 6	41, 2	40, 8	40, 4	40, .
43°	44, 6	44, 2	43, 8	43, 4	43,	42, 6	42, 2	41, 8	41, 4	41, .
44°	45, 6	45, 2	44, 8	44, 4	44,	43, 6	43, 2	42, 8	42, 5	42, 1
45°	46, 6	46, 2	45, 8	45, 4	45,	44, 6	44, 2	43, 8	43, 5	43, 1
46°	47, 6	47, 2	46, 8	46, 4	46,	45, 6	45, 2	44, 9	44, 5	44, 1
47°	48, 6	48, 2	47, 8	47, 4	47,	46, 6	46, 2	45, 9	45, 5	45, 1
48°	49, 5	49, 2	48, 8	48, 4	48,	47, 6	47, 2	46, 9	46, 5	46, 1
49°	50, 5	50, 2	49, 8	49, 4	49,	48, 6	48, 3	47, 9	47, 5	47, 2
50°	51, 5	51, 1	50, 8	50, 4	50,	49, 6	49, 3	48, 9	48, 5	48, 2
51°	52, 5	52, 1	51, 8	51, 4	51,	50, 6	50, 3	49, 9	49, 5	49, 2
52°	53, 5	53, 1	52, 7	52, 3	52.	51, 6	51, 3	50, 9	50, 6	50, 2
53°	54, 4	54, 1	53, 7	53, 3	53,	52, 6	52, 3	51, 9	51, 6	51, 2
54°	55, 4	55, .	54, 7	54, 3	54,	53, 6	53, 3	52, 9	52, 6	52, 2
55°	56, 4	56, .	55, 7	55, 3	55,	54, 6	54, 3	53, 9	53, 6	53, 2
56°	57, 4	57, .	56, 7	56, 3	56,	55, 6	55, 3	54, 9	54, 6	54, 2
57°	58, 4	58, .	57, 7	57, 3	57,	56, 6	56, 3	55, 9	55, 6	55, 2
58°	59, 4	59, .	58, 7	58, 3	58,	57, 6	57, 3	56, 9	56, 6	56, 2
59°	60, 4	60, .	59, 7	59, 3	59.	58, 6	58, 3	57, 9	57, 6	57, 2
60°	61, 4	61, .	60, 7	60, 3	60,	59, 6	59, 3	58, 9	58, 6	58, 2
61°	62, 4	62, .	61, 7	61, 3	61,	60, 6	60, 3	59, 9	59, 6	59, 2
62°	63, 4	63, .	62, 7	62, 3	62,	61, 7	61, 3	61,	60, 6	60, 3
63°	64, 4	64, .	63, 7	63, 3	63,	62, 7	62, 3	62	61, 6	61, 3
64°	65, .	65, .	64, 7	64, 3	64,	63, 7	63, 3	63,	62, 7	62, 3
65°	66, 4	66, .	65, 7	65, 3	65,	64, 7	64, 3	64,	63, 7	63, 3
66°	67, 3	67, .	66, 7	66, 3	66,	65, 7	65, 3	65,	64, 7	64, 3
67°	68, 3	68, .	67, 7	67, 3	67,	66, 7	66, 3	66,	65, 7	65, 4
68°	69, 3	69, .	68, 7	68, 3	68,	67, 7	67, 3	67	66, 7	66, 4

Force apparente	Force réelle aux températures de : 11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
69°	70, 3	70, .	69, 6	69, 3	69,	68, 7	68, 3	68,	67, 7	67, 4
70°	71, 3	71, .	70, 6	70, 3	70,	69, 7	69, 3	69,	68, 7	68, 4
71°	72, 3	72, .	71, 6	71, 3	71,	70, 7	70, 3	70,	69, 7	69, 4
72°	73, 2	72, 9	72, 6	72, 3	72,	71, 7	71, 3	71,	70, 7	70, 4
73°	74, 2	73, 9	73, 6	73, 3	73,	72, 7	72, 3	72,	71, 7	71, 4
74°	75, 2	74, 9	74, 6	74, 3	74,	73, 7	73, 3	73,	72, 7	72, 4
75°	76, 2	75, 9	75, 6	75, 3	75,	74, 7	74, 3	74,	73, 7	73, 4
76°	77, 2	76, 9	76, 6	76, 3	76,	75, 7	75, 4	75, 1	74, 7	74, 4
77°	78, 2	77, 9	77, 6	77, 3	77,	76, 7	76, 4	76, 1	75, 8	75, 5
78°	79, 2	78, 9	78, 6	78, 3	78,	77, 7	77, 4	77, 1	76, 8	76, 5
79°	80, 2	79, 9	79, 6	79, 3	79,	78, 7	78, 4	78, 1	77, 8	77, 5
80°	81, 2	80, 9	80, 6	80, 3	80,	79, 7	79, 4	79, 1	78, 8	78, 5
81°	82, 2	81, 9	81, 6	81, 3	81,	80, 7	80, 4	80, 1	79, 8	79, 5
82°	83, 1	82, 9	82, 6	82, 3	82,	81, 7	81, 4	81, 1	80, 8	80, 5
83°	84, 1	83, 9	83, 6	83, 3	83,	82, 7	82, 4	82, 1	81, 9	81, 6
84°	85, 1	84, 8	84, 6	84, 3	84,	83, 7	83, 4	83, 1	82, 9	82, 6
85°	86, 1	85, 8	85, 5	85, 3	85,	84, 7	84, 4	84, 1	83, 9	83, 6
86°	87, 1	86, 8	86, 5	86, 3	86,	85, 7	85, 4	85, 2	84, 9	84, 6
87°	88, .	87, 8	87, 5	87, 3	87,	86, 7	86, 4	86, 2	85, 9	85, 6
88°	89, .	88, 7	88, 5	88, 2	88,	87, 7	87, 4	87, 2	86, 9	86, 6
89°	90, .	89, 7	89, 5	89, 2	89,	88, 7	88, 4	88, 2	87, 9	87, 7
90°	91, .	90, 7	90, 5	90, 2	90,	89, 7	89, 5	89, 2	88, 9	88, 7
91°	92, .	91, 7	91, 5	91, 2	91,	90, 8	90, 5	90, 2	90,	89, 7
92°	92, 9	92, 7	92, 5	92, 2	92,	91, 8	91, 5	91, 3	91, 1	90, 8
93°	93, 9	93, 7	93, 5	93, 2	93,	92, 8	92, 6	92, 3	92, 1	91, 8
94°	94, 9	94, 7	94, 4	94, 2	94,	93, 8	93, 6	93, 3	93, 1	92, 9
95°	95, 8	95, 6	95, 4	95, 2	95,	94, 8	94, 6	94, 3	94, 1	93, 9
96°	96, 8	96, 6	96, 4	96, 2	96,	95, 8	95, 6	95, 4	95, 2	95, .
97°	97, 8	97, 6	97, 4	97, 2	97,	96, 8	96, 6	96, 4	96, 2	96, .
98°	98, 7	98, 5	98, 4	98, 2	98,	97, 8	97, 6	97, 4	97, 3	97, 1
99°	99, 7	99, 5	99, 3	99, 2	99,	98, 8	98, 7	98, 5	98, 3	98, 1
100°	" ,	, .	" "	" ,	100, .	99, 8	99, 7	99, 5	99, 3	99, 1

Lith. Goyer. pass. Dauphine. 7. Paris.

Tableaux de la Force réelle des Liquides alcooliques pour toutes les températures de 0° à 30°.

3e Tableau, de 21° à 30° de Température.

Force apparente	Force réelle aux températures de:									
	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
1°	0,4	0,3	0,1	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
2°	1,4	1,3	1,1	1,.	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1	" "
3°	2,3	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5	1,3	1,1	0,9
4°	3,3	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2	2,.	1,9
5°	4,3	4,1	4,.	3,8	3,6	3,5	3,3	3,1	2,9	2,8
6°	5,2	5,1	4,9	4,8	4,6	4,4	4,3	4,1	3,9	3,7
7°	6,2	6,1	5,9	5,8	5,5	5,4	5,2	5,.	4,8	4,6
8°	7,1	7,.	6,8	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5
9°	8,1	7,9	7,8	7,6	7,4	7,2	7,.	6,8	6,6	6,4
10°	9,1	8,9	8,7	8,5	8,3	8,1	7,9	7,7	7,5	7,3
11°	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,.	8,8	8,6	8,4	8,1
12°	11,.	10,8	10,6	10,4	10,2	9,9	9,7	9,5	9,2	9,.
13°	11,9	11,7	11,5	11,3	11,1	10,8	10,6	10,3	10,1	9,8
14°	12,8	12,6	12,4	12,2	12,.	11,7	11,5	11,2	11,.	10,7
15°	13,7	13,5	13,3	13,1	12,8	12,6	12,3	12,.	11,8	11,5
16°	14,6	14,4	14,1	13,9	13,6	13,4	13,1	12,8	12,6	12,3
17°	15,5	15,3	15,.	14,8	14,5	14,2	14,.	13,7	13,4	13,1
18°	16,4	16,2	15,9	15,7	15,4	15,1	14,8	14,5	14,2	13,9
19°	17,3	17,.	16,7	16,5	16,2	15,9	15,6	15,3	15,.	14,7
20°	18,2	17,9	17,6	17,4	17,1	16,8	16,5	16,1	15,8	15,5
21°	19,1	18,8	18,5	18,3	18,.	17,7	17,4	17,	16,7	16,4
22°	20,1	19,8	19,5	19,2	18,9	18,6	18,3	18,	17,6	17,3
23°	21,1	20,7	20,4	20,1	19,8	19,5	19,2	18,9	18,5	18,2
24°	22,1	21,7	21,4	21,1	20,7	20,4	20,1	19,7	19,4	19,1
25°	23,	22,6	22,3	21,9	21,6	21,3	20,9	20,6	20,3	19,9
26°	23,9	23,6	23,2	22,8	22,5	22,2	21,8	21,5	21,1	20,8
27°	24,8	24,4	24,1	23,7	23,3	23,.	22,7	22,3	21,9	21,6
28°	25,7	25,3	25,.	24,6	24,3	23,9	23,6	23,2	22,8	22,5
29°	26,7	26,3	25,9	25,5	25,2	24,8	24,4	24,.	23,7	23,3
30°	27,6	27,2	26,8	26,4	26,1	25,7	25,3	24,9	24,5	24,2
31°	28,6	28,2	27,8	27,4	27,.	26,6	26,2	25,8	25,4	25,1
32°	29,6	29,2	28,8	28,4	28,.	27,6	27,2	26,8	26,4	26,.
33°	30,5	30,1	29,7	29,3	28,9	28,5	28,1	27,7	27,3	26,9
34°	31,5	31,1	30,7	30,3	29,9	29,5	29,1	28,7	28,3	27,9

Force apparente	Force réelle aux températures de:									
	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
35°	32,5	32,1	31,7	31,3	30,9	30,5	30,1	29,7	29,3	28,9
36°	33,5	33,1	32,7	32,3	31,9	31,5	31,1	30,7	30,3	29,9
37°	34,5	34,1	33,7	33,3	32,9	32,5	32,1	31,7	31,3	30,9
38°	35,5	35,1	34,7	34,3	33,9	33,5	33,1	32,7	32,3	31,9
39°	36,5	36,1	35,7	35,3	34,9	34,5	34,1	33,7	33,3	32,9
40°	37,5	37,1	36,7	36,3	35,9	35,5	35,1	34,7	34,3	33,9
41°	38,6	38,2	37,8	37,4	37,	36,5	36,1	35,7	35,3	34,9
42°	39,6	39,2	38,8	38,4	38,	37,6	37,2	36,8	36,3	35,9
43°	40,6	40,2	39,8	39,4	39,	38,6	38,2	37,8	37,4	37,
44°	41,7	41,3	40,9	40,5	40,1	39,7	39,3	38,9	38,5	38,1
45°	42,7	42,3	41,9	41,5	41,1	40,7	40,3	39,9	39,5	39,1
46°	43,7	43,3	42,9	42,5	42,2	41,8	41,4	41,.	40,6	40,2
47°	44,8	44,3	43,9	43,6	43,2	42,8	42,4	42,	41,6	41,2
48°	45,8	45,3	44,9	44,6	44,2	43,8	43,4	43,	42,6	42,3
49°	46,8	46,4	46,.	45,6	45,2	44,9	44,5	44,1	43,7	43,3
50°	47,8	47,4	47,.	46,6	46,3	45,9	45,5	45,1	44,7	44,3
51°	48,8	48,4	48,	47,6	47,3	46,9	46,5	46,1	45,7	45,4
52°	49,8	49,4	49,1	48,7	48,3	47,9	47,6	47,2	46,8	46,4
53°	50,8	50,4	50,1	49,7	49,3	49,.	48,6	48,2	47,8	47,5
54°	51,8	51,4	51,1	50,7	50,3	50,	49,6	49,2	48,9	48,5
55°	52,9	52,5	52,1	51,8	51,4	51,	50,7	50,3	49,9	49,6
56°	53,9	53,5	53,1	52,8	52,4	52,	51,7	51,3	51,.	50,6
57°	54,9	54,5	54,1	53,8	53,4	53,	52,7	52,3	52,	51,6
58°	55,9	55,5	55,1	54,8	54,4	54,	53,7	53,3	53,	52,6
59°	56,9	56,5	56,1	55,8	55,5	55,1	54,8	54,4	54,	53,6
60°	57,9	57,5	57,1	56,8	56,5	56,1	55,8	55,4	55,	54,7
61°	58,9	58,5	58,1	57,8	57,5	57,1	56,8	56,4	56,	55,7
62°	59,9	59,5	59,2	58,9	58,5	58,1	57,8	57,5	57,1	56,7
63°	61,.	60,6	60,2	59,9	59,5	59,2	58,9	58,5	58,1	57,8
64°	62,	61,6	61,3	61.	60,6	60,2	59,9	59,5	59,2	58,8
65°	63,	62,7	62,3	62,	61,6	61,3	60,9	60,6	60,2	59,9
66°	64,	63,7	63,3	63,	62,6	62,3	61,9	61,6	61,2	60,9
67°	65,	64,7	64,3	64,	63,7	63,3	63	62,6	62,3	61,9
68°	66.	65,7	65,4	65,	64,7	64,3	64	63,7	63,3	63,

Force apparente	Force réelle aux températures de:									
	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
69°	67,	66,7	66,4	66.	65,7	65,3	65,.	64,7	64,3	64,
70°	68,1	67,8	67,4	67,1	66,7	66,4	66,	65,7	65,4	65,
71°	69,1	68,8	68,4	68,1	67,8	67,4	67,1	66,8	66,4	66,1
72°	70,1	69,8	69,4	69,1	68,8	68,4	68,1	67,8	67,4	67,1
73°	71,1	70,8	70,5	70,1	69,8	69,5	69,2	68,8	68,5	68,2
74°	72,1	71,8	71,5	71,2	70,8	70,5	70,2	69,9	69,5	69,2
75°	73,1	72,8	72,5	72,2	71,8	71,5	71,2	70,9	70,6	70,3
76°	74,1	73,8	73,5	73,2	72,8	72,5	72,2	71,9	71,6	71,3
77°	75,2	74,8	74,5	74,2	73,9	73,6	73,3	73,	72,6	72,3
78°	76,2	75,9	75,5	75,2	74,9	74,6	74,3	74,	73,7	73,3
79°	77,2	76,9	76,6	76,3	76,.	75,6	75,3	75,	74,7	74,4
80°	78,2	77,9	77,6	77,3	77,	76,7	76,3	76,	75,7	75,4
81°	79,2	78,9	78,6	78,3	78,	77,7	77,4	77,1	76,7	76,4
82°	80,2	79,9	79,6	79,3	79.	78,7	78,4	78,1	77,8	77,5
83°	81,3	81,	80,7	80,4	80,1	79,8	79,5	79,2	78,9	78,6
84°	82,3	82,	81,7	81,4	81,1	80,8	80,5	80,2	79,9	79,6
85°	83,3	83,	82,7	82,4	82,1	81,8	81,5	81,2	80,9	80,6
86°	84,3	84,	83,8	83,5	83,2	82,9	82,6	82,3	82,	81,7
87°	85,3	85,	84,8	84,5	84,2	83,9	83,6	83,3	83,	82,7
88°	86,4	86,1	85,8	85,5	85,2	84,9	84,7	84,4	84,1	83,8
89°	87,4	87,1	86,8	86,5	86,3	86,	85,7	85,4	85,1	84,9
90°	88,4	88,2	87,9	87,6	87,4	87,1	86,8	86,5	86,2	86,
91°	89,5	89,2	89,.	88,7	88,4	88,2	87,9	87,6	87,3	87,1
92°	90,5	90,2	90,	89,7	89,5	89,2	89.	88,7	88,4	88,2
93°	91,6	91,3	91,1	90,8	90,6	90,3	90,1	89,8	89,5	89,3
94°	92,6	92,4	92,1	91,9	91,6	91,4	91,1	90,9	90,6	90,4
95°	93,7	93,4	93,2	93,	92,7	92,5	92,2	92,	91,7	91,5
96°	94,7	94,5	94,3	94,1	93,8	93,6	93,4	93,1	92,9	92,7
97°	95,8	95,6	95,4	95,2	94,9	94,7	94,5	94,3	94,1	93,8
98°	96,9	96,7	96,5	96,2	96,	95,8	95,6	95,4	95,2	95,
99°	97,9	97,7	97,5	97,3	97,1	96,9	96,7	96,5	96,3	96,1
100°	99 ..	98,8	98,6	98,4	98,2	98,1	97,9	97,7	97,5	97,3

Lith. Goyer pass. Dauphine 7 Paris

Correction du Volume des Liquides Alcooliques.

1er Tableau, de 0° à 10° de Température.

Degré alcoolique apparent	Degrés de Température										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
1	100,					100,1					100,
2						〃					〃
3						〃					100,1
4						〃					〃
5						〃					〃
6	100,1					〃					〃
7						〃					〃
8						〃					〃
9						〃					〃
10						〃					〃
11						〃					〃
12	100,2	100,2	100 2	100,1	100,1	〃	100,1	100,1	100,1	100,1	〃
13		〃	〃	100,2	100,2	〃	〃	〃	〃	〃	〃
14		〃	〃	〃	〃	100,2	100,2	〃	〃	〃	〃
15		〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,2	〃	〃	〃
16	100,3	100,3	100,3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
17		〃	〃	100,3	〃	〃	〃	〃	100,2	〃	〃
18	100,4	〃	〃	〃	100,3	100,3	100,3	〃	〃	〃	〃
19		100,4	100,4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,2	〃
20		〃	〃	100,4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
21	100,5	100,5	〃	〃	100,4	〃	〃	〃	〃	〃	〃
22	〃	〃	100,5	100,5	〃	〃	〃	100,3	〃	〃	100,2
23	100,6	〃	〃	〃	100,5	100,4	100,4	〃	100,3	〃	〃
24	〃	100,6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
25	100,7	〃	100,6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
26	〃	〃	〃	100,6	〃	〃	〃	〃	〃	100,3	〃
27	〃	100,7	〃	〃	〃	100,5	100,5	100,4	〃	〃	〃
28	100,8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
29	〃	〃	100,7	100,7	100,6	〃	〃	〃	〃	〃	〃
30	〃	100,8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
31	100,9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,4	〃	〃
32	〃	〃	〃	〃	〃	100,6	〃	〃	〃	〃	〃
33	〃	〃	100,8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,3
34	〃	〃	〃	〃	100,7	〃	〃	100,5	〃	〃	〃

Degré alcoolique apparent	Degrés de Température										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
35	〃	100,9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,4	〃
36	101,	〃	〃	100,8	〃	〃	100,6	〃	〃	〃	〃
37	〃	〃	〃	〃	〃	100,7	〃	〃	〃	〃	〃
38	〃	〃	100,9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
39	〃	101,	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
40	101,1	〃	〃	〃	100,8	〃	〃	〃	100,5	〃	〃
41	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
42	〃	〃	〃	100,9	〃	〃	〃	100,6	〃	〃	100,4
43	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
44	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,7	〃	〃	〃	〃
45	〃	〃	101,	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
46	〃	101,1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
47	101,2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,5	〃
48	〃	〃	〃	〃	〃	100,8	〃	〃	〃	〃	〃
49	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
50	〃	〃	〃	〃	100,9	〃	〃	〃	〃	〃	〃
51	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
52	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
53	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,6	〃	〃
54	〃	〃	〃	101,	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
55	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
56	〃	〃	101,1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
57	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,7	〃	〃	〃
58	101,3	101,2	〃	〃	〃	〃	100,8	〃	〃	〃	〃
59	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
60	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
61	〃	〃	〃	〃	〃	100,9	〃	〃	〃	〃	〃
62	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
63	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
64	〃	〃	〃	〃	101,	〃	〃	〃	〃	〃	〃
65	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
66	〃	〃	〃	101,1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
67	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
68	〃	〃	101,2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

Degré alcoolique apparent	Degrés de Température										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
69	101,4	101,3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
70	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
71	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
72	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
73	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,5
74	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
75	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
76	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
77	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,7	100,6	〃
78	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
79	〃	〃	〃	〃	〃	101,	〃	〃	〃	〃	〃
80	〃	〃	〃	〃	〃	〃	100,9	100,8	〃	〃	〃
81	〃	〃	〃	〃	101,1	〃	〃	〃	〃	〃	〃
82	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
83	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
84	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
86	101,5	101,4	101,3	101,2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
87	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
88	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
89	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
90	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
91	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
92	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
93	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
94	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
95	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
96	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
97	101,6	〃	101,4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
98				〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
99						〃			〃	〃	〃
100						〃				〃	〃

Lith. Goyer. Pass. Dauphine. 7 Paris.

2e Tableau — de 11° à 20° de température.

Degré alcoolique apparent	Degrés de température									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	100,	100,	100,	100,	100,	100,	100,	100,	99,9	99,9
2	″	″	″	″	volume	″	″	″	″	″
3	″	″	″	″	constant	″	″	″	″	″
4	100,1	″	″	″	pour	″	″	″	″	″
5	″	″	″	″	tous	″	″	″	″	″
6	″	″	″	″	les	″	″	″	″	″
7	″	″	″	″	degrés	″	″	″	″	″
8	″	″	″	″		″	″	″	″	″
9	″	″	″	″		″	″	″	″	″
10	″	″	″	″		″	″	″	″	″
11	″	″	″	″		″	″	″	″	″
12	″	100,1	″	″		″	″	″	″	″
13	″	″	″	″		″	″	99,9	″	″
14	″	″	″	″		″	″	″	″	″
15	″	″	″	″		″	″	″	″	″
16	″	″	″	″		″	″	″	″	″
17	″	″	″	″		″	″	″	″	″
18	″	″	″	″		″	″	″	″	″
19	″	″	″	″		″	99,9	″	″	″
20	″	″	″	″		″	″	″	″	″
21	″	″	″	″		″	″	″	″	″
22	″	″	″	″		″	″	″	″	99,8
23	″	″	″	″		″	″	″	″	″
24	″	″	″	″		″	″	″	″	″
25	100,2	″	″	″		″	″	″	99,8	″
26	″	″	″	″		″	″	″	″	″
27	″	″	″	″		″	″	″	″	″
28	″	″	″	″		″	″	″	″	″
29	″	″	″	″		″	″	″	″	″
30	″	″	″	″		″	″	″	″	″
31	″	″	″	″		″	″	″	″	″
32	″	″	″	″		″	″	″	″	″
33	″	100,2	″	100,1		99,9	″	99,8	″	99,7
34	″	″	″	″		″	″	″	″	″

Degré alcoolique apparent	Degrés de température									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
35	″	″	″	″		″	″	″	″	″
36	″	″	″	″		″	″	″	″	″
37	″	″	″	″		″	″	″	″	″
38	″	″	″	″		″	″	″	″	″
39	100,3	″	″	″		″	″	″	99,7	″
40	″	″	″	″		″	″	″	″	″
41	″	″	″	″		″	″	″	″	″
42	″	″	″	″		″	″	″	″	″
43	″	″	″	″		″	″	″	″	″
44	″	″	100,2	″		″	99,8	″	″	″
45	″	″	″	″		″	″	″	″	99,6
46	″	″	″	″		″	″	″	″	″
47	″	″	″	″		″	″	″	″	″
48	″	″	″	″		″	″	″	″	″
49	″	″	″	″		″	″	″	″	″
50	″	″	″	″		″	″	″	″	″
51	″	″	″	″		″	″	″	″	″
52	″	″	″	″		″	″	″	″	″
53	″	″	″	″		″	″	″	″	″
54	″	″	″	″		″	″	″	″	″
55	″	″	″	″		″	″	″	″	″
56	″	″	″	″		″	″	″	″	″
57	″	″	″	″		″	″	″	″	″
58	″	″	″	″		″	″	99,7	″	″
59	″	″	″	″		″	″	″	″	″
60	″	″	″	″		″	″	″	″	″
61	″	″	″	″		″	″	″	″	″
62	″	″	″	″		″	″	″	″	″
63	″	″	″	″		″	″	″	″	″
64	″	″	″	″		″	″	″	″	″
65	″	″	″	″		″	″	″	″	″
66	″	″	″	″		″	″	″	″	″
67	″	100,3	″	″		″	″	″	″	″
68	100,4	″	″	″		″	″	″	″	″

Degré alcoolique apparent	Degrés de température									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
69	″	″	″	″		″	″	″	99,6	″
70	″	″	″	″		″	″	″	″	″
71	″	″	″	″		″	″	″	″	″
72	″	″	″	″		″	″	″	″	″
73	″	″	″	″		″	″	″	″	99,5
74	″	″	″	″		″	″	″	″	″
75	″	″	″	″		″	″	″	″	″
76	″	″	″	″		″	″	″	″	″
77	″	″	″	″		″	″	″	″	″
78	″	″	″	″		″	″	″	″	″
79	″	″	″	″		″	″	″	″	″
80	″	″	″	″		″	″	″	″	″
81	″	″	″	″		″	″	″	″	″
82	″	″	″	″		″	″	″	″	″
83	″	″	″	″		″	″	″	″	″
84	″	″	″	″		″	″	″	″	″
85	″	″	″	″		″	″	″	″	″
86	″	″	″	″		″	″	″	″	″
87	″	″	″	″		″	″	″	″	″
88	″	″	″	″		″	″	″	″	″
89	″	″	″	″		″	″	″	″	″
90	″	″	″	″		″	″	″	″	″
91	″	″	″	″		″	″	″	″	″
92	″	″	″	″		″	″	″	″	″
93	″	″	″	″		″	″	″	″	″
94	″	″	″	″		″	″	″	″	″
95	″	″	″	″		″	″	″	″	″
96	″	″	″	″		″	″	″	″	″
97	″	″	″	″		″	″	″	″	″
98	″	″	″	″		″	″	″	″	″
99	″	″	″	″		″	″	″	″	″
100	″	″	″	″		″	″	″	″	″

Lith. F. Goyer, pass. Dauphine, 7.

3e Tableau — de 21° à 30° de température.

Degré alcoolique apparent	Degrés de température									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	99,9	99,9	99,9							
2	"	"	"	99,8	99,8	99,8	99,8	99,7	99,7	99,7
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
8	"	"	99,8	"	"	"	"	"	"	"
9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
11	"	"	"	"	"	"	99,7	"	"	"
12	"	"	"	"	"	99,7	"	"	"	99,6
13	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
14	"	99,8	"	"	"	"	"	"	"	"
15	"	"	"	"	"	"	"	"	99,6	"
16	"	"	"	"	"	"	"	99,6	"	"
17	99,8	"	"	"	99,7	"	"	"	"	"
18	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
19	"	"	"	99,7	"	"	"	"	"	"
20	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
21	"	"	"	"	"	"	99,6	"	"	99,5
22	"	"	99,7	"	"	99,6	"	"	"	"
23	"	"	"	"	"	"	"	"	99,5	"
24	"	99,7	"	"	"	"	"	99,5	"	"
25	"	"	"	"	99,6	"	"	"	"	"
26	"	"	"	"	"	"	"	"	"	99,4
27	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
28	"	"	"	99,6	"	"	"	"	99,4	"
29	99,7	"	"	"	"	99,5	99,5	"	"	"
30	"	"	"	"	"	"	"	99,4	"	"
31	"	"	99,6	"	99,5	"	"	"	"	99,3
32	"	"	"	"	"	"	99,4	"	99,3	"
33	"	99,6	"	99,5	"	"	"	"	"	"
34	"	"	"	"	"	99,4	"	99,3	"	"

Degré alcoolique apparent	Degrés de température									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
35	"	"	"	"	"	"	"	"	"	99,2
36	"	"	"	"	99,4	"	99,3	"	99,2	"
37	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
38	99,6	"	99,5	"	"	"	"	"	"	99,1
39	"	"	"	"	"	99,3	"	99,2	"	"
40	"	"	"	99,4	"	"	"	"	"	"
41	"	"	"	"	"	"	99,2	"	99,1	"
42	"	99,5	"	"	"	"	"	"	"	"
43	"	"	"	"	99,3	"	"	"	"	99,
44	"	"	99,4	"	"	"	"	99,1	"	"
45	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
46	"	"	"	"	"	"	"	"	99,	"
47	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
48	"	"	"	"	"	"	99,1	"	"	98,9
49	99,5	"	"	99,3	"	"	"	"	"	"
50	"	"	"	"	"	"	"	99,	"	"
51	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
52	"	"	"	"	"	"	"	"	98,9	"
53	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
54	"	99,4	"	"	99,2	99,1	"	"	"	98,8
55	"	"	"	"	"	"	99,	"	"	"
56	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
57	"	"	99,3	"	"	"	"	"	"	"
58	"	"	"	"	"	"	"	98,9	"	"
59	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
60	"	"	"	99,2	"	"	"	"	98,8	"
61	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
62	"	"	"	"	"	"	"	"	"	98,7
63	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
64	"	"	"	"	99,1	"	"	"	"	"
65	"	"	"	"	"	99,	"	"	"	"
66	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
67	"	"	"	"	"	"	98,9	"	"	"
68	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Degré alcoolique apparent	Degrés de température									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
69	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
70	"	"	"	"	"	"	"	98,8	"	"
71	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
72	"	"	"	"	"	"	"	"	98,7	"
73	"	"	"	"	"	"	"	"	"	98,6
74	99,4	"	"	"	"	"	"	"	"	"
75	"	99,3	99,2	"	"	"	"	"	"	"
76	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
77	"	"	"	99,1	"	"	"	"	"	"
78	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
79	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
80	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
81	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
82	"	"	"	"	"	98,9	98,8	"	"	"
83	"	"	"	"	99,	"	"	98,7	98,6	"
84	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
85	"	"	"	"	"	"	"	"	"	98,5
86	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
87	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
88	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
89	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
90	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
91	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
92	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
93	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
94	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
95	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
96	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
97	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
98	"	"	"	"	"	"	"	98,6	"	"
99	"	"	"	"	"	"	"	"	98,5	98,4
100	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Lith. F. Goyer, pass. Dauphine, 7.

Réduction et mouillage des liquides alcooliques

1er Tableau de 30° à 39° (Degré cherché)

A	30	31	32	33	34	35	36	37	38	B 39
31	lit. 3,3									
32	6,7	lit. 3,2								
33	10,0	6,5	lit. 3,1							
34	13,4	9,7	6,3	lit. 3,0						
35	16,7	12,9	9,4	6,1	lit. 3,0					
36	20,1	16,2	12,6	9,1	5,9	lit. 2,9				
37	23,4	19,4	15,7	12,2	8,9	5,8	lit. 2,8			
38	26,8	22,7	18,1	15,3	11,9	8,6	5,6	lit. 2,7		
39	30,2	26,0	22,0	18,3	14,8	11,5	8,4	5,5	lit. 2,7	
40	33,5	29,2	25,2	21,4	17,8	14,4	11,2	8,2	5,3	lit. 2,6
41	36,9	32,5	28,4	24,5	20,8	17,3	14,0	10,9	8,0	5,2
42	40,3	35,8	31,5	27,5	23,8	20,2	16,9	13,7	10,7	7,8
43	43,7	39,0	34,7	30,6	26,8	23,1	19,7	16,4	13,4	10,4
44	47,1	42,3	37,4	33,7	29,8	26,1	22,5	19,2	16,0	13,0
45	50,5	45,6	41,1	36,8	32,8	29,0	25,4	22,0	18,7	15,7
46	53,9	48,9	44,3	39,9	35,8	31,9	28,2	24,7	21,4	18,3
47	57,3	52,2	47,4	43,0	38,8	34,8	31,0	27,5	24,1	20,9
48	60,7	55,5	50,6	46,1	41,8	37,7	33,9	30,3	26,8	23,5
49	64,1	58,8	53,8	49,2	44,8	40,7	36,7	33,0	29,5	26,2
50	67,5	62,1	57,0	52,3	47,8	43,6	39,6	35,8	32,2	28,8
C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

A	30	31	32	33	34	35	36	37	38	B 39
51	lit. 70,9	lit. 65,4	lit. 60,2	lit. 55,4	lit. 50,8	lit. 46,5	lit. 42,4	lit. 38,6	lit. 34,9	lit. 31,4
52	74,3	68,7	63,4	58,5	53,9	49,5	45,3	41,4	37,6	34,1
53	77,7	72,	66,6	61,6	56,9	52,4	48,2	44,2	40,3	36,7
54	81,1	75,3	69,9	64,7	59,9	55,3	51, "	46,9	43,1	39,4
55	84,6	78,6	73,1	67,9	62,9	58,3	53,9	49,7	45,8	42,
56	88, "	82, "	76,3	70, "	66, "	61,3	56,8	52,5	48,5	44,7
57	91,4	85,3	79,5	74,1	69,	64,2	59,6	55,3	51,2	47,3
58	94,9	88,6	82,7	77,2	72,1	67,2	62,5	58,1	54, "	50,
59	98,3	91,9	86, "	80,4	75,1	70,1	65,4	60,9	56,7	52,7
60	101,7	95,3	89,2	83,5	78,1	73,1	68,3	63,7	59,4	55,3
61	105,2	98,6	92,4	86,7	81,2	76, "	71,1	66,5	62,2	58, "
62	108,6	101,9	95,7	89,8	84,2	79, "	74,	69,4	64,9	60,7
63	112,1	105,3	98,9	92,9	87,3	82, "	76,9	72,2	67,6	63,3
64	115,5	108,6	102,2	96,1	90,4	85, "	79,8	75, "	70,4	66,
65	119,	112,	105,4	99,2	93,4	87,9	82,7	77,8	73,1	68,7
66	122,4	115,3	108,6	102,4	96,5	90,9	85,6	80,6	75,9	71,4
67	125,9	118,7	111,9	105,5	99,5	93,9	88,5	83,4	78,6	74,1
68	129,3	122,	115,1	108,7	102,6	96,9	91,4	86,3	81,4	76,7
69	132,8	125,4	118,4	111,8	105,6	99,8	94,3	89,1	84,1	79,4
70	136,3	128,7	121,6	115, "	108,7	102,8	97,2	91,9	86,9	82,1
C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

A	30	31	32	33	34	35	36	37	38	B 39
71	lit. 139,7	lit. 132,1	lit. 124,9	lit. 118,2	lit. 111,8	lit. 105,8	lit. 100,1	lit. 94,8	lit. 89,7	lit. 84,8
72	143,2	135,4	128,2	121,3	114,9	108,8	103, "	97,7	92,4	87,5
73	146,7	138,8	131,4	124,5	118, "	111,8	106, "	100,5	95,2	90,2
74	150,2	142,2	134,7	127,7	121,1	114,8	108,9	103,3	98, "	92,9
75	153,6	145,6	138,	130,9	124,1	117,8	111,8	106,1	100,8	95,6
76	157,1	148,9	141,3	134, "	127,2	120,8	114,7	108,9	103,5	98,3
77	160,6	152,3	144,5	137,2	130,3	123,8	117,7	111,8	106,3	101,1
78	164,1	155,7	147,8	140,4	133,4	126,8	120,6	114,7	109,1	103,8
79	167,6	159,1	151,1	143,6	136,5	129,9	123,5	117,5	111,9	106,5
80	171,1	162,5	154,4	146,8	139,6	132,9	126,5	120,4	114,7	109,2
81	174,6	165,8	157,7	150, "	142,7	135,9	129,4	123,3	117,5	111,9
82	178,1	169,2	161, "	153,2	145,8	138,9	132,3	126,1	120,3	114,7
83	181,6	172,6	164,3	156,4	148,9	141,9	135,3	129,0	123,1	117,4
84	185,1	176, "	167,6	159,6	152,1	145, "	138,2	131,9	125,9	120,1
85	188,6	179,4	170,9	162,8	155,2	148, "	141,2	134,8	128,7	122,9
86	192,1	182,8	174,2	166, "	158,3	151, "	144,2	137,6	131,5	125,6
87	195,6	186,3	177,5	169,2	161,4	154,1	147,1	140,5	134,3	128,4
88	199,2	189,7	180,8	172,4	164,5	157,1	150,1	143,4	137,1	131,1
89	202,7	193,1	184,1	175,7	167,7	160,2	153,1	146,3	140, "	133,9
90	206,2	196,6	187,5	178,9	170,8	163,3	156,1	149,2	142,8	136,7
C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Lith. Félix Joyer, Passage Dauphine, 5 et 7, Paris.

3e Tableau.
de 50° à 59° (degré cherché)

A	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	B
51	2,1										
52	4,1	2,									
53	6,2	4,1	2,								
54	8,3	6,1	4,	1,9							
55	10,3	8,1	6,	3,9	1,9						
56	12,4	10,2	8,	5,9	3,8	1,9					
57	14,5	12,2	10,	7,8	5,8	3,8	1,9				
58	16,6	14,2	12,	9,9	7,7	5,7	3,7	1,8			
59	18,7	16,3	14,	11,8	9,6	7,6	5,6	3,7	1,8		
60	20,8	18,3	16,	13,7	11,6	9,5	7,4	5,5	3,6	1,8	
61	22,9	20,4	18,	15,7	13,5	11,4	9,3	7,3	5,4	3,5	
62	25,	22,5	20,	17,7	15,5	13,3	11,2	9,2	7,2	5,3	
63	27,1	24,5	22,1	19,7	17,4	15,2	13,1	11,	9,	7,1	
64	29,2	26,6	24,1	21,7	19,4	17,1	15,	12,8	10,9	8,9	
65	31,3	28,6	26,1	23,7	21,3	19,	16,8	14,7	12,7	10,7	
66	33,4	30,7	28,1	25,6	23,3	20,9	18,7	16,6	14,5	12,5	
67	35,5	32,8	30,1	27,6	25,2	22,9	20,6	18,4	16,3	14,3	
68	37,6	34,8	32,2	29,6	27,2	24,8	22,5	20,3	18,1	16,	
69	39,7	36,9	34,2	31,6	29,1	26,7	24,4	22,1	20,	17,8	
70	41,8	39,	36,2	33,6	31,1	28,6	26,3	24,	21,8	19,6	
71	43,9	41,1	38,3	35,6	33,1	30,6	28,2	25,9	23,6	21,4	
72	46,	43,1	40,3	37,6	35,	32,5	30,1	27,7	25,5	23,2	
73	48,2	45,2	42,4	39,6	37,	34,4	32,	29,6	27,3	25,1	
74	50,3	47,3	44,4	41,6	39,	36,4	33,9	31,5	29,1	26,9	
75	52,4	49,4	46,5	43,7	40,9	38,3	35,8	33,3	31,	28,7	
76	54,6	51,5	48,5	45,7	42,9	40,3	37,7	35,2	32,8	30,5	
77	56,7	53,6	50,6	47,7	44,9	42,2	39,6	37,1	34,7	32,3	
78	58,8	55,7	52,7	49,7	46,9	44,2	41,5	39,	36,5	34,1	
79	61,	57,8	54,7	51,7	48,9	46,1	43,4	40,9	38,4	36,	
80	63,1	59,9	56,8	53,8	50,9	48,1	45,4	42,8	40,2	37,8	
81	65,3	62,	58,8	55,8	52,9	50,	47,3	44,7	42,1	39,6	
82	67,4	64,1	60,9	57,8	54,9	52,	49,2	46,5	44,	41,5	
83	69,6	66,2	63,	59,9	56,9	54,	51,2	48,5	45,8	43,3	
84	71,7	68,3	65,1	61,9	58,9	55,9	53,1	50,4	47,7	45,1	
85	73,9	70,5	67,1	64,	60,9	57,9	55,	52,3	49,6	47,	
86	76,1	72,6	69,2	66,	62,9	59,9	57,	54,2	51,5	48,8	
87	78,2	74,7	71,3	68,1	64,9	61,9	58,9	56,1	53,4	50,7	
88	80,4	76,9	73,4	70,1	66,9	63,9	60,9	58,	55,3	52,6	
89	82,6	79,	75,5	72,2	69,	65,9	62,9	60,	57,2	54,4	
90	84,8	81,2	77,7	74,3	71	67,9	64,8	61,9	59,1	56,3	
C											

4e Tableau.
de 60° à 69° (degré cherché)

A	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	B
61	1,7										
62	3,5	1,7									
63	5,2	3,4	1,7								
64	7,	5,2	3,4	1,7							
65	8,8	6,9	5,1	3,3	1,6						
66	10,5	8,6	6,8	5,	3,3	1,6					
67	12,3	10,4	8,5	6,7	4,9	3,2	1,6				
68	14,	12,1	10,2	8,4	6,6	4,9	3,2	1,6			
69	15,8	13,8	11,9	10,1	8,2	6,5	4,8	3,2	1,6		
70	17,6	15,6	13,6	11,7	9,9	8,1	6,4	4,7	3,1	1,5	
71	19,3	17,3	15,3	13,4	11,6	9,8	8,	6,3	4,7	3,1	
72	21,1	19,1	17,1	15,1	13,2	11,4	9,7	7,9	6,3	4,6	
73	22,9	20,8	18,8	16,8	14,9	13,1	11,3	9,5	7,8	6,2	
74	24,7	22,6	20,5	18,5	16,6	14,7	12,9	11,1	9,4	7,7	
75	26,5	24,3	22,2	20,2	18,3	16,4	14,5	12,7	11,	9,3	
76	28,3	26,1	24,	21,9	19,9	18,	16,2	14,3	12,6	10,9	
77	30,	27,8	25,7	23,6	21,6	19,7	17,8	15,9	14,2	12,4	
78	31,8	29,6	27,4	25,3	23,3	21,3	18,4	17,6	15,7	14,	
79	33,6	31,4	29,2	27,1	25,	23,	21,1	19,2	17,3	15,5	
80	35,1	33,1	30,9	28,8	26,7	24,7	22,7	20,8	18,9	17,1	
81	37,2	34,9	32,7	30,5	28,4	26,3	24,3	22,4	20,5	18,7	
82	39,	36,7	34,4	32,2	30,1	28,	26,	24,	22,1	20,3	
83	40,9	38,5	36,2	33,9	31,8	29,7	27,6	25,6	23,7	21,8	
84	42,7	40,3	37,9	35,7	33,5	31,3	29,3	27,3	25,3	23,4	
85	44,5	42,1	39,7	37,4	35,2	33,	30,9	28,9	26,9	25,	
86	46,3	43,7	41,5	39,1	36,9	34,7	32,6	30,5	28,8	26,6	
87	48,1	45,6	43,2	40,9	38,6	36,4	34,3	32,2	30,2	28,2	
88	50,	47,4	45,	42,6	40,3	38,1	35,9	33,8	31,8	29,8	
89	51,8	49,3	46,8	44,4	42,1	39,8	37,6	35,5	33,4	31,4	
90	53,3	51,1	48,6	46,2	43,8	41,5	39,3	37,2	35,1	33,1	
C											

5e Tableau.
de 70° à 79° (degré cherché)

A	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	B
71	1,5										
72	3,	1,5									
73	4,6	3,	1,5								
74	6,1	4,5	3,	1,5							
75	7,6	6,	4,5	2,9	1,4						
76	9,2	7,5	6,	4,4	2,9	1,4					
77	10,7	9,1	7,5	5,9	4,4	2,9	1,4				
78	12,3	10,6	9,	7,4	5,8	4,3	2,8	1,4			
79	13,8	12,1	10,5	8,8	7,3	5,7	4,3	2,8	1,4		
80	15,3	13,6	12,	10,3	8,7	7,2	5,7	4,2	2,8	1,4	
81	16,9	15,2	13,5	11,8	10,2	8,6	7,1	5,6	4,2	2,7	
82	18,4	16,7	15,	13,3	11,7	10,1	8,5	7,	5,6	4,1	
83	20,	18,2	16,5	14,8	13,1	11,6	10,	8,5	7,	5,5	
84	21,6	19,8	18,	16,3	14,6	13,	11,4	9,9	8,4	6,9	
85	23,1	21,3	19,5	17,8	16,1	14,5	12,9	11,3	9,8	8,3	
86	24,7	22,9	21,1	19,3	17,6	15,9	14,3	12,7	11,2	9,7	
87	26,3	24,4	22,6	20,8	19,1	17,4	15,8	14,2	12,6	11,1	
88	27,9	26,	24,1	22,3	20,6	18,9	17,2	15,6	14,	12,5	
89	29,5	27,5	25,7	23,9	22,1	20,4	18,7	17,1	15,5	13,9	
90	31,1	29,1	27,3	25,4	23,6	21,9	20,2	18,5	16,9	15,3	
C											

6e Tableau.
de 80° à 89° (degré cherché)

A	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	B
81	1,4										
82	2,7	1,3									
83	4,1	2,7	1,3								
84	5,5	4,	2,7	1,3							
85	6,8	5,4	4,	2,6	1,3						
86	8,2	6,8	5,4	4,	2,6	1,3					
87	9,6	8,1	6,7	5,3	3,9	2,6	1,3				
88	[illegible]	9,5	8,1	6,6	5,3	3,9	2,6	1,3			
89	[illegible]	10,9	9,4	8,	6,6	5,2	3,9	2,6	1,3		
90	13,8	12,3	10,8	9,4	7,9	6,6	5,2	3,9	2,6	1,3	
C											

Lith. J. Goyer, pass. Dauphine, 7.

